الاتحـــــــــــاد الدولـــــــــــي للاتصـــــــــــالات

ITU-T

قطاع تقييس الاتصالات
في الاتحاد الدولي للاتصالات

H.870

(2022/03)

السلسلة H: الأنظمة السمعية المرئية والأنظمة متعددة الوسائط

خدمات وتطبيقات أنظمة الصحة الإلكترونية متعددة الوسائط – الاستماع الآمن

المبادئ التوجيهية لأجهزة/أنظمة الاستماع الآمن

التوصية ITU-T H.870

توصيات السلسلة H الصادرة عن قطاع تقييس الاتصالات

الأنظمة السمعية المرئية والأنظمة متعددة الوسائط

خصائص أنظمة الهاتف المرئي	H.199–H.100
البنية التحتية للخدمات السمعية المرئية	
اعتبارات عامة	H.219–H.200
تعدد الإرسال والتزامن في الإرسال	H.229–H.220
جوانب الأنظمة	H.239–H.230
إجراءات الاتصالات	H.259–H.240
تشفير الصور المتحركة الفيديوية	H.279–H.260
جوانب تتعلق بالأنظمة	H.299–H.280
الأنظمة والتجهيزات المطرافية للخدمات السمعية المرئية	H.349–H.300
معمارية خدمات الأدلة للخدمات السمعية المرئية والخدمات متعددة الوسائط	H.359–H.350
معمارية جودة الخدمات السمعية المرئية والخدمات متعددة الوسائط	H.369–H.360
الحضور عن بعد والبيئات الغمرية والواقع الافتراضي والواقع الموسع	H.439–H.420
خدمات إضافية في تعدد الوسائط	H.499–H.450
إجراءات التنقلية والتعاون	
لمحة عامة عن التنقلية والتعاون، تعاريف وبروتوكولات وإجراءات	H.509–H.500
التنقلية لأغراض الأنظمة والخدمات متعددة الوسائط في السلسلة H	H.519–H.510
تطبيقات وخدمات التعاون للوسائط المتعددة المتنقلة	H.529–H.520
الأمن في الأنظمة والخدمات المتنقلة متعددة الوسائط	H.539–H.530
الأمن في تطبيقات وخدمات التعاون للوسائط المتعددة المتنقلة	H.549–H.540
البوابات المحمولة على مركبات وأنظمة النقل الذكية (ITS)	
معمارية البوابات المحمولة على مركبات	H.559–H.550
واجهات البوابات المحمولة على مركبات	H.569–H.560
خدمات النطاق العريض وتعدد الوسائط ثلاثي الخدمات	
خدمات متعددة الوسائط بالنطاق العريض على خط المشترك الرقمي فائق السرعة (VDSL)	H.619–H.610
تطبيقات وخدمات الوسائط المتعددة المتقدمة	H.629–H.620
تطبيقات إيصال المحتوى وشبكة الاستشعار الشمولية	H.649–H.640
خدمات وتطبيقات تلفزيون بروتوكول الإنترنت متعددة الوسائط من أجل تلفزيون بروتوكول الإنترنت	
جوانب عامة	H.719–H.700
تلفزيون بروتوكول الإنترنت – الأجهزة المطرافية	H.729–H.720
تلفزيون بروتوكول الإنترنت – البرمجيات الوسيطة	H.739–H.730
تلفزيون بروتوكول الإنترنت – مناولة أحداث تطبيقات	H.749–H.740
تلفزيون بروتوكول الإنترنت – البيانات الشرحية	H.759–H.750
تلفزيون بروتوكول الإنترنت – أطر التطبيقات متعددة الوسائط	H.769–H.760
تلفزيون بروتوكول الإنترنت – اكتشاف الخدمة حتى الاستهلاك	H.779–H.770
اللافتات الرقمية	H.789–H.780
أنظمة وخدمات وتطبيقات الصحة الإلكترونية متعددة الوسائط	
الأنظمة الصحية الشخصية	H.819–H.810
اختبار الامتثال لقابلية التشغيل البيني لأنظمة الصحة الشخصية (HRN وPAN وLAN وWAN)	H.859–H.820
خدمات تبادل البيانات المتعلقة بالصحة الإلكترونية باستخدام الوسائط المتعددة	H.869–H.860
الاستماع الآمن	**H.879–H.870**

لمزيد من التفاصيل يرجى الرجوع إلى قائمة التوصيات الصادرة عن قطاع تقييس الاتصالات.

التوصية ITU-T H.870

المبادئ التوجيهية لأجهزة/أنظمة الاستماع الآمن

ملخص

تصف التوصية ITU-T H.870 المتطلبات الخاصة بأجهزة وأنظمة الاستماع الآمن، التي يطلق عليها اسم الأنظمة السمعية الشخصية/المحمولة، لاسيما تلك الخاصة بتشغيل الموسيقى، وذلك لحماية الناس من فقدان السمع. وهي توفر أيضاً مسرداً للفهم المشترك بالإضافة إلى معلومات أساسية بشأن الصوت والسمع وفقدان السمع.

وهي توصي بمعيارين لتجنب الاستماع غير الآمن: معيار للبالغين وآخر للأطفال، وكلاهما يقوم على مبدأ تساوي الطاقة، أي الافتراض أن كميات متساوية من الطاقة الصوتية تتسبب في كميات متساوية من تحول العتبة الدائمة المستحثة بالصوت بصرف النظر عن توزع الطاقة بمرور الزمن.

والجانب الهام هو أن هذه التوصية توفر مبادئ توجيهية تتناول الارشادات الصحية بشأن الاستماع الآمن بحيث يمكن توصيل رسائل التحذير المناسبة على نحو فعال كلما لزم الأمر. وثمة أمثلة لهذه الرسائل في التذييل VII.

وأخيراً، توفر هذه التوصية أيضاً معلومات عن تنفيذ قياس الجرعة والمسائل ذات الصلة.

وتُستثنى من مجال تطبيق هذه التوصية أجهزة الاتصالات والأجهزة المساعدة على السمع. وستكون أجهزة الألعاب أيضاً موضوع دراسة مقبلة.

وقد وُضع هذا المعيار بالتعاون بين منظمة الصحة العالمية والاتحاد الدولي للاتصالات في إطار مبادرة "الاستماع الآمن"، واعتمدته كلتا المنظمتين.

التسلسل التاريخي

الطبعة	التوصية	تاريخ الموافقة	لجنة الدراسات	معرف الهوية الفريد*
1.0	ITU-T H.870	2018-08-29	16	11.1002/1000/13686
2.0	ITU-T H.870 (V2)	2022-03-16	16	11.1002/1000/14953

مصطلحات أساسية

جرعة، نظام استماع شخصي، استماع آمن، سوية ضغط الصوت، فقدان سمع ناجم عن الصوت.

* للنفاذ إلى التوصية، يرجى كتابة الرابط http://handle.itu.int/ في حقل العنوان في متصفح الويب، متبوعاً بمعرف التوصية الفريد. مثال ذلك، http://handle.itu.int/11.1002/1000/11830-en.

تمهيد

الاتحاد الدولي للاتصالات وكالة الأمم المتحدة المتخصصة في ميدان الاتصالات وتكنولوجيات المعلومات والاتصالات (ICT). وقطاع تقييس الاتصالات (ITU-T) هو هيئة دائمة في الاتحاد الدولي للاتصالات. وهو مسؤول عن دراسة المسائل التقنية والمسائل المتعلقة بالتشغيل والتعريفة، وإصدار التوصيات بشأنها بغرض تقييس الاتصالات على الصعيد العالمي.

وتحدد الجمعية العالمية لتقييس الاتصالات (WTSA) التي تجتمع مرة كل أربع سنوات المواضيع التي يجب أن تدرسها لجان الدراسات التابعة لقطاع تقييس الاتصالات وأن تُصدر توصيات بشأنها.

وتتم الموافقة على هذه التوصيات وفقاً للإجراء الموضح في القرار 1 الصادر عن الجمعية العالمية لتقييس الاتصالات.

وفي بعض مجالات تكنولوجيا المعلومات التي تقع ضمن اختصاص قطاع تقييس الاتصالات، تُعد المعايير اللازمة على أساس التعاون مع المنظمة الدولية للتوحيد القياسي (ISO) واللجنة الكهرتقنية الدولية (IEC).

ملاحظة

تستخدم كلمة "الإدارة" في هذه التوصية لتدل بصورة موجزة سواء على إدارة اتصالات أو على وكالة تشغيل معترف بها.

والتقيد بهذه التوصية اختياري. غير أنها قد تضم بعض الأحكام الإلزامية (بهدف تأمين قابلية التشغيل البيني والتطبيق مثلاً). ويعتبر التقيّد بهذه التوصية حاصلاً عندما يتم التقيّد بجميع هذه الأحكام الإلزامية. ويستخدم فعل "يلزم" وصيغ ملزمة أخرى مثل فعل "يجب" وصيغها النافية للتعبير عن متطلبات معينة، ولا يعني استعمال هذه الصيغ أن التقيّد بهذه التوصية إلزامي.

حقوق الملكية الفكرية

يسترعي الاتحاد الانتباه إلى أن تطبيق هذه التوصية أو تنفيذها قد يستلزم استعمال حق من حقوق الملكية الفكرية. ولا يتخذ الاتحاد أي موقف من القرائن المتعلقة بحقوق الملكية الفكرية أو صلاحيتها أو نطاق تطبيقها سواء طالب بها عضو من أعضاء الاتحاد أو طرف آخر لا تشمله عملية إعداد التوصيات.

وعند الموافقة على هذه التوصية، لم يكن الاتحاد قد تلقى إخطاراً بملكية فكرية تحميها براءات/حقوق تأليف ونشر برمجيات يمكن المطالبة بها لتنفيذ هذه التوصية. ومع ذلك، ونظراً إلى أن هذه المعلومات قد لا تكون هي الأحدث، يوصى المسؤولون عن تنفيذ هذه التوصية بالاطلاع على قواعد البيانات ذات الصلة لقطاع تقييس الاتصالات (ITU-T) في موقع قطاع تقييس الاتصالات http://www.itu.int/ITU-T/ipr/.

© ITU 2023

جميع الحقوق محفوظة. لا يجوز استنساخ أي جزء من هذه المنشورة بأي وسيلة كانت إلا بإذن خطي مسبق من الاتحاد الدولي للاتصالات.

جدول المحتويات

الصفحة

1 مجال التطبيق 1
2 المراجع 1
3 تعاريف 2
1.3 مصطلحات معرّفة في أماكن أخرى 2
2.3 المصطلحات المعرَّفة في هذه التوصية 4
4 المختصرات 6
5 اصطلاحات 7
6 الاستماع الآمن: مقدمة 7
1.6 معلومات أساسية 8
2.6 نظام الاستماع الشخصي 8
7 معايير مخاطر الضرر 11
1.7 الأساليب التشغيلية 11
2.7 عدم اليقين في تقدير الجرعة 12
8 طرائق القياس 13
1.8 قياس الجرعات 13
9 مدى الحساسية واستجابة السماعات الرأسية للترددات 14
10 الجانبيات 15
11 الرسائل الصحية 15
1.11 الغرض من تضمين التعليمات الصحية كجزء من معايير أنظمة الاستماع الشخصية الآمنة 15
2.11 توصيات رئيسية للإعلام كجزء من معايير أجهزة الاستماع الآمن 16
12 التحكم في الضوضاء المحيطة 20
1.12 التوهين السلبي لضوضاء الخلفية 20
2.12 التخفيض النشط لضوضاء الخلفية 21
3.12 فوائد سماعات الأذن العازلة للضوضاء 21
4.12 شواغل السلامة المرتبطة بسماعات الأذن العازلة للضوضاء 21
13 التحكم في الصوت 21
1.13 الحد من شدة الصوت 21
2.13 التحكم في شدة الصوت عن طريق الحماية بكلمة سر 22
14 إرشادات بخصوص الشواغل الإضافية 22

الصفحة

التذييل I – تقرير الحالة 23
التذييل II – وظيفية تقدير الجرعة للتنفيذ في نظام استماع شخصي 24
1.II مقدمة 24
2.II المعايير الأساسية ذات الصلة 24
3.II تعريف الجرعة في سياق قياس الجرعة الصوتية 24
4.II ترجيح الترددات المختلفة 24
5.II نقطة إلتقاط الإشارة في نظام استماع شخصي 25
6.II معالجة القناتين اليسرى واليمنى 26
7.II مثال لتنفيذ مقياس الجرعة 26
8.II معالجة التعقيد الحوسبي 27
9.II معالجة الجرعة على مدار الأيام والأسابيع 27
10.II حالة خصائص سماعة رأس غير معروفة 27
11.II نقطة التقاط إشارة الصوت البديلة 29
12.II أحوال عدم اليقين 30
التذييل III – المعيار الأوروبي EN 71-1 بشأن الألعاب 31
التذييل IV – "الموسيقى" مقابل "الضوضاء" 32
التذييل V – منعكس العضلة الركابية 33
التذييل VI – البحث في طور الاستعادة 34
التذييل VII – أمثلة للرسائل الصحية 36
1.VII توصيات بشأن رسائل تحذير وإرشادات تصرف في واجهات الأجهزة 36
2.VII تسلسل مقترح (مثال) للمعلومات كجزء من المعايير لأجهزة الاستماع الآمن 36
3.VII مثال على كيفية نقل المعلومات عن معلمات الاستماع إلى المستخدم 37
4.VII تحذيرات وإرشادات لاتخاذ إجراءات 38
التذييل VIII – آلية السمع وتأثير الصوت 41
1.VIII الصوت والموجات 41
2.VIII آلية السمع وفقدان السمع 41
3.VIII قياس طاقة الصوت 44
4.VIII مبدأ تساوي الطاقة 47
بيبليوغرافيا 48

مقدمة

هناك قلق متزايد إزاء ارتفاع سوية التعرض للأصوات الصاخبة في الأماكن الترفيهية مثل النوادي الليلية وصالات الرقص والحانات ودور السينما والحفلات الموسيقية والأحداث الرياضية، بل ودروس اللياقة البدنية. وفي ضوء انتشار التكنولوجيا بين كل الناس، غالباً ما يكون الاستماع إلى الأجهزة، مثل أنظمة الاستماع الشخصية، في سويات صوت عالية ولفترات مطولة من الزمن. وتشكل المشاركة المنتظمة في هذه الأنشطة تهديداً خطيراً لفقدان السمع الذي لا رجعة فيه.

وتقدّر منظمة الصحة العالمية [b-WHO-2018]:

- أن أكثر من 1,5 مليار شخص على مستوى العالم يعانون من درجة معينة من فقدان السمع لأسباب مختلفة.ومن بين هؤلاء، يحتاج 430 مليون شخص إلى إعادة التأهيل السمعي لضمان الأداء الوظيفي الأمثل. ومن المتوقع أن ترتفع هذه الأعداد في العقود المقبلة، ما لم تتخذ الإجراءات اللازمة للحد من عوامل خطر فقدان السمع.
- أن أكثر من مليار من الشباب حول العالم قد يتعرضون لخطر فقدان السمع جراء ممارسات استماع غير آمنة.
- أن هنالك بين المراهقين والشباب الذين تتراوح أعمارهم بين 12 و35 سنة في البلدان ذات الدخل المتوسط والمرتفع:
  - ما يقرب من 50% يستمعون إلى سويات غير آمنة من الصوت باستخدام أجهزة الاستماع الشخصية مثل MP3 والهواتف الذكية.
  - نحو 40% يتعرضون لسويات صوت يحتمل أن تعود عليهم بالضرر في النوادي الليلية وصالات الرقص والحانات.

ويعتبر تزايد مبيعات الهواتف الذكية، حيث بيع أكثر من 1,5 مليار جهاز على مستوى العالم في عام 2019 وحده، مؤشراً آخر على الخطر المحتمل. ويقترن تزايد إمكانية النفاذ هذه باستخدام أنظمة الاستماع الشخصية للاستماع إلى الموسيقى بسوية صوت عالية ولفترات طويلة من الزمن. ومن شأن هذه السلوكيات المرتبطة بالمخاطر أن تؤدي إلى ضرر دائم يلحق بقدرة السمع.

في ضوء هذه الحقائق، أطلقت منظمة الصحة العالمية مبادرة "الاستماع الآمن" في عام 2015. وتتمثل الرؤية الشاملة لهذه المبادرة في ضمان تمتع الناس من جميع الأعمار بالاستماع في إطار حماية كاملة لقدرتهم على السمع.

والهدف من المبادرة هو الحد من خطر فقدان السمع جراء التعرض غير الآمن للأصوات في الأماكن الترفيهية. ولتحقيق ذلك، وضعت منظمة الصحة العالمية ثلاثة أهداف محددة:

1) تنظيم سويات التعرض لأصوات صاخبة عبر أنظمة الاستماع الشخصية.
2) تغيير سلوكيات الاستماع بين السكان المستهدفين.
3) الحد من التعرض للصوت في الأماكن الترفيهية.

وهذه التوصية هي حصيلة التعاون بين منظمة الصحة العالمية والاتحاد الدولي للاتصالات في مبادرة "الاستماع الآمن"، وهي معيار مشترك اعترفت به كلتا المنظمتين.

التوصية ITU-T H.870

المبادئ التوجيهية لأجهزة/أنظمة الاستماع الآمن

1 مجال التطبيق

تصف هذه التوصية المتطلبات اللازمة بخصوص أجهزة وأنظمة الاستماع الآمن، ولاسيما أجهزة تشغيل الموسيقى والاستماع إليها، لحماية الناس من فقدان السمع.

ونظراً إلى أن اتجاهات السوق طمست الفرق بين بعض أجهزة الاستماع والأجهزة السمعية الشخصية، فقد تم إدراج حالات الاستعمال في هذه التوصية لضمان تطبيقها على أوسع نطاق ممكن عملياً.

الملاحظة 1 – تتبع بعض حالات الاستعمال هذه مبدأ تصنيف مصادر الطاقة وفرض ضمانات للحماية من تلك المصادر على النحو المنصوص عليه في المعيار [IEC 62368-1].

لأغراض هذه التوصية، تُستبعد الأنواع التالية من الأجهزة:

- أجهزة الاتصالات ثنائية الاتجاه (مثل أجهزة اللاسلكي، وما إلى ذلك)؛
- الأجهزة التأهيلية والطبية (مثل أجهزة المساعدة على السمع وأنظمة FM وغيرها من أجهزة المساعدة على الاستماع (ALD) المعتمدة كجزء من أنظمة المساعدة على السمع والأنظمة المزروعة في قوقعة الأذن، وما إلى ذلك)؛
- منتجات/أجهزة تضخيم الصوت الشخصية؛
- المعدات والأجهزة السمعية المهنية.

الملاحظة 2 – هناك شواغل بشأن التعرض للصوت من أجهزة الألعاب المحمولة، ولكن هذه المسألة موضوع دراسة مقبلة.

2 المراجع

تتضمن التوصيات التالية لقطاع تقييس الاتصالات وغيرها من المراجع أحكاماً تشكل من خلال الإشارة إليها في هذا النص جزءاً لا يتجزأ من هذه التوصية. وقد كانت جميع الطبعات المذكورة سارية الصلاحية في وقت النشر. ولما كانت جميع التوصيات والمراجع الأخرى تخضع إلى المراجعة، يرجى من جميع المستعملين لهذه التوصية السعي إلى تطبيق أحدث طبعة للتوصيات والمراجع الأخرى الواردة أدناه. وتُنشر بانتظام قائمة توصيات قطاع تقييس الاتصالات السارية الصلاحية. والإشارة إلى وثيقة ما في هذه التوصية لا يضفي على الوثيقة في حد ذاتها صفة التوصية.

[ITU-T G.100.1] Recommendation ITU-T G.100.1 (2015), *The use of the decibel and of relative levels in speechband telecommunications*.

[ITU-T P.57] Recommendation ITU-T P.57 (2021), *Artificial ears*.

[ITU-T P.58] Recommendation ITU-T P.58 (2021), *Head and torso simulator for telephonometry*.

[ITU-T P.380] Recommendation ITU-T P.380 (2003), *Electro-acoustic measurements on headsets*.

[ITU-T P.381] Recommendation ITU-T P.381 (2020), *Technical requirements and test methods for the universal wired headset or headphone interface of digital mobile terminals*.

[ITU-T P.382] Recommendation ITU-T P.382 (2020), *Technical requirements and test methods for multi-microphone wired headset or headphone interfaces of digital wireless terminals*.

[EN 50332-1] CENELEC EN 50332-1 (2013), *Sound system equipment: Headphones and earphones associated with personal music players. Maximum sound pressure level measurement methodology. General method for "one package equipment"*.

[EN 50332-2] CENELEC EN 50332-2 (2013), *Sound system equipment: Headphones and earphones associated with personal music players. Maximum sound pressure level measurement methodology. Matching of sets with headphones if either or both are offered separately, or are offered as one package equipment but with standardised connectors between the two allowing to combine components of different manufacturers or different design*.

[EN 50332-3] CENELEC EN 50332-3 (2017), *Sound system equipment: Headphones and earphones associated with personal music players – Maximum sound pressure level measurement methodology – Part 3: Measurement method for sound dose management*.

[IEC 60268-1] IEC 60268-1:1985, *Sound system equipment – Part1: General*.

[IEC 61252] IEC 61252:1993, *Electroacoustics - Specifications for personal sound exposure meters*, including its AMD1:200 and AMD2:2017.

[IEC 61672-1] IEC 61672-1:2013, *Electroacoustics – Sound level meters – Part 1: Specifications*.

[IEC 62368-1] IEC 62368-1:2018, *Audio/video, information and communication technology equipment – Part 1: Safety requirements*.

[ISO 226] ISO 226:2003, *Acoustics – Normal equal-loudness-level contours*.

[ISO 11904-1] ISO 11904-1:2002, *Acoustics – Determination of sound immission from sound sources placed close to the ear – Part 1: Technique using a microphone in a real ear (MIRE technique)*.

3 تعاريف

1.3 مصطلحات معرّفة في أماكن أخرى

تستخدم هذه التوصية المصطلحات التالية المعرّفة في أماكن أخرى:

1.1.3 جرعة الصوت المحسوبة (calculated sound dose) [IEC 62368-1]: تقدير متجدد لأسبوع واحد من التعرض للصوت معبراً عنه كنسبة مئوية من الحد الأقصى الذي يعتبر آمناً.

ملاحظة – لمزيد من المعلومات، انظر الفرع B.4 من المعيار [EN 50332-3].

2.1.3 استجابة تردد مجال الانتشار في محاكي الرأس والجذع (إلتقاط الصوت) (diffuse field frequency response of HATS (sound pick-up)) [ITU-T P.58]: الفرق، بوحدة dB، بين سوية طيف الأوكتاف الثالث للضغط الصوتي في النقطة المرجعية في طبلة الأذن (DRP) وسوية طيف الأوكتاف الثالث من الضغط الصوتي عند النقطة المرجعية لمحاكي الرأس والجذع (HRP) في مجال صوتي منتشر في غياب محاكي الرأس والجذع.

3.1.3 النقطة المرجعية في طلبة الأذن (eardrum reference point) [b-ITU-T P.10]: نقطة واقعة في نهاية قناة الأذن، تقابل موقع طبلة الأذن.

4.1.3 مجال الصوت الحر (free sound field) [ISO 3745]: مجال في وسط متجانس متناحٍ خالٍ من الحدود.

5.1.3 استجابة تردد المجال الحر في محاكي الرأس والجذع (إلتقاط الصوت) (free-field frequency response of HATS (sound pick-up)) [ITU-T P.58]: الفرق، بوحدة dB، بين سوية طيف الأوكتاف الثالث للضغط الصوتي في النقطة المرجعية لطبلة الأذن (DRP) وسوية طيف الأوكتاف الثالث للضغط الصوتي في النقطة المرجعية لمحاكي الرأس والجذع (HRP) في مجال صوت حر في غياب محاكي الرأس والجذع (نقطة اختبار).

6.1.3 محاكي الرأس والجذع (head and torso simulator) (HATS) [b-ITU-T P.10]: محاكي يمتد إلى الأسفل من أعلى الرأس إلى الخصر، الغرض منه محاكاة خصائص التقاط الصوت والانعراج الصوتي الذي ينتجه إنسان بالغ متوسط وإعادة إنتاج المجال السمعي الذي يولده الفم البشري.

7.1.3 شخص متدرب (instructed person) [IEC 62368-1]: الشخص المتدرب مصطلح يُطبَّق على الأشخاص الذين تم تدريبهم من قبل شخص ماهر، أو الذين يشرف عليهم شخص ماهر، لتحديد مصادر الطاقة التي قد تسبب الألم (انظر الجدول 1) ولاتخاذ الاحتياطات لتجنب التلامس غير المقصود أو التعرض لمصادر الطاقة هذه. وفي ظروف التشغيل العادية، أو ظروف التشغيل غير الطبيعية أو حالات العطل الطارئ، ينبغي ألا يتعرض الأشخاص المتدربون إلى أجزاء تتضمن مصادر طاقة يمكن أن تتسبب في إصابة.

8.1.3 اعتلال السمع المادي (material hearing impairment) [b-NIOSH]: متوسط سويات عتبة السمع لكلتا الأذنين الذي يتجاوز 25 dBHL عند 000 1 و000 2 و000 3 و000 4 Hz.

9.1.3 ميكروفون في الأذن الحقيقية (microphone-in-real-ear) [ISO 11904-1]: يشير إلى قياسات أجريت باستخدام ميكروفونات مصغرة أو مدخلة في أذن الإنسان.

10.1.3 سوية التعرض العابر (momentary exposure level) [IEC 62368-1]: مقياس لتقدير سوية التعرض للصوت لمدة ثانية واحدة من إشارة اختبار HD 483-1 S2 المطبقة على كلتا القناتين، استناداً إلى [EN 50332-1]، البند 2.4.

الملاحظة 1 – تقاس سوية التعرض العابر (MEL) بوحدة dB.

الملاحظة 2 – لمزيد من المعلومات، انظر الفرع 3.B من [EN 50332-3].

11.1.3 الشخص العادي (ordinary person) [IEC 62368-1]: هو مصطلح ينطبق على جميع الأشخاص بخلاف الأشخاص المتدربين والأشخاص المهرة. ولا يقتصر المصطلح على مستخدمي المعدات بل يشمل أيضاً جميع الأشخاص الذين يمكنهم النفاذ إلى المعدات أو الذين قد يكونون بالقرب منها. وفي ظروف التشغيل العادية أو ظروف التشغيل غير العادية، ينبغي ألا يتعرض الأشخاص العاديون لأجزاء تتضمن مصادر طاقة يمكن أن تتسبب في ألم أو إصابة. وفي حالة عطل وحيد، ينبغي ألا يتعرض الأشخاص العاديون لأجزاء تتضمن مصادر طاقة يمكن أن تتسبب في إصابة.

12.1.3 مشغل موسيقى/وسائط شخصي (personal music/media player) [IEC 62368-1]: مشغل الموسيقى الشخصي عبارة عن جهاز محمول مخصص للاستخدام من قبل شخص عادي، وهو:

- مصمم للسماح للمستخدم بالاستماع إلى محتوى/مواد سمعية أو سمعية بصرية؛
- يستخدم جهاز استماع، مثل سماعات الرأس أو سماعات الأذن التي يمكن وضعها في الأذنين أو حولهما؛
- يتضمن مشغلاً (من حجم مناسب يمكن حمله في الجيب) يمكن للمستخدم أن يتجول به أثناء الاستخدام المستمر (في الشارع أو المترو أو المطار، وما إلى ذلك).

ملاحظة – من الأمثلة على ذلك مشغلات الأقراص CD المحمولة ومشغلات MP3 السمعية والهواتف المتنقلة المزودة بميزات من نوع MP3، وأجهزة المساعد الرقمي الشخصي (PDA) أو المعدات المماثلة.

13.1.3 الشخص الماهر (skilled person) [IEC 62368-1]: مصطلح ينطبق على الأشخاص الذين لديهم تدريب أو خبرة في تكنولوجيا المعدات، لاسيما في معرفة مختلف الطاقات ومقادير الطاقة المستخدمة في المعدات. ومن المتوقع أن يستخدم الأشخاص المهرة تدريبهم وخبراتهم للتعرف على مصادر الطاقة التي يمكن أن تتسبب في ألم أو إصابة واتخاذ إجراءات للحماية من الإصابة من مصادر الطاقة هذه. وينبغي حماية الأشخاص المهرة أيضاً من التلامس غير المقصود أو التعرض لمصادر الطاقة التي يمكن أن تتسبب في إصابة.

14.1.3 التعرّض للصوت (sound exposure) [EN 50332-3]: ضغط صوت مرجح A، p_A، مربّع ومتكامل خلال فترة محددة من الزمن بين $t2$ و$t1$:

$$E = \int_{t1}^{t2} (p_A(t))^2 dt$$

15.1.3 سوية ضغط الصوت (sound pressure level) [b-ITU-R V.574]: اللوغاريتم، المعبر عنه عموماً بالديسيبل (dB SPL)، لنسبة ضغط الصوت والضغط المرجعي p_0، وغالباً ما يكون 20 µPa. ويرجى ملاحظة أن العامل 20 يُستخدم عندما تكون النسبة بين ضغطين للصوت وليس بين شدتين للصوت.

$$SPL = 20log10\left(\frac{p}{p_0}\right)$$

2.3 المصطلحات المعرَّفة في هذه التوصية

تعرّف هذه التوصية المصطلحات التالية:

1.2.3 عتبة المنعكس الصوتي (acoustic reflex threshold): سوية ضغط الصوت (SPL) التي يؤدي فيها تحفيز صوتي إلى تنشيط منعكس العضلة الركابية (SMR).

2.2.3 صدمة صوتية (acoustic trauma): تعرّض واحد لصوت يؤدي إلى إصابة مباشرة في الجهاز السمعي.

3.2.3 معايير التلف–الخطر (damage-risk criteria): مصطلح بائد يشير إلى خطر فقدان السمع جراء الضوضاء (NIHL) يحدث نتيجة سويات مختلفة من التعرض للضوضاء. ويستبدل هذا المصطلح في هذه التوصية بعدة مصطلحات معاصرة مفضلة: "العلاقة بين الجرعة والاستجابة" أو "الخطر" أو "حد التعرض".

4.2.3 dBA: وحدة قياس سوية ضغط الصوت بوحدة ديسيبل باستخدام شبكة ترجيح A [IEC 61672] و[IEC 60268-1]، انظر أيضاً الشكل 2.II؛ وهي ترجيح للترددات يقصد بها قياس الضوضاء منخفضة الشدة (سوية جهارة في حدود 40 فون) ولكنها أصبحت شائعة الاستخدام لقياس التعرض للضوضاء المهنية والبيئية.

ملاحظة – يستند الاستخدام الأخير إلى دراسات أجريت على مجموعات من السكان المعرضين للضوضاء في أماكن العمل في خمسينيات وستينيات القرن الماضي. وأوصى هذا العمل باستخدام الترجيح A نظراً لتوافره في مقاييس سوية الصوت وقدرته على التنبؤ بالعلاقة بين الجرعة والاستجابة على أطياف الضوضاء المدروسة [b-Burns-1973] و[b-Burns-Robinson]. وبعد هذا العمل، استخدمت تحليلات المجموعات المعرضة للضوضاء، التي يستند إليها بدل الصوت الأسبوعي في هذه الوثيقة، الترجيح A لقياس التعرض للضوضاء [b-Neitzel] و[b-Fligor].

5.2.3 dBFS: كامل نطاق الديسيبل هو سوية الإشارة الرقمية بالنسبة إلى سوية حمولتها الزائدة أو القصوى. وثمة اصطلاحات مختلفة. ومن الشائع تعيين تمثيل رقمي لقيمة جيبية كاملة النطاق بقيمة صفر dBFS RMS. عندئذ يمكن أن تصل سوية الذروة إلى +3.01 dBFS. وفي حالات أخرى، يتم تعيين سوية RMS لموجة مربعة رقمية كاملة النطاق بقيمة صفر dBFS RMS. وعندئذ تكون سوية الذروة القصوى صفر dBFS أيضاً. وبالنسبة للحالات الأخيرة، تكون dBFS مكافئة لقيمة فرط الحمولة dBov. (dBov: dB نسبة إلى فرط الحمولة الرقمي هي سوية الإشارة لإشارة رقمية نسبة إلى سوية حمولتها الزائدة أو القصوى. انظر [ITU-T G.100.1].)

6.2.3 dBHL: قيمة سوية السمع بوحدة ديسيبل عند تردد معين؛ سوية تستخدم لقياس عتبة السمع نسبة إلى سوية محددة بوصفها اعتيادية.

ملاحظة – المرجع هو حساسية الأذن لدى إنسان ذي سمع عادي، عند ترددات مختلفة. يبين الشكل 1 في المعيار [ISO 226] الأكفة المقيَّسة لتساوي الجهارة عند سويات صوت مختلفة ومقابلة فون (الجهارة) إزاء سوية ضغط الصوت dB SPL (السوية). ويلتقي المقياسان عند 1 kHz. وسوية ضغط الصوت dB SPL هي بالتعريف محددة المرجع عند عتبة السمع بقيمة 1 kHz، أي صفر فون (وصفر dB SPL).

7.2.3 مجال الصوت المنتشر (diffuse sound field): هو المجال الذي يتجه فيه الصوت في أي موضع في الوسط من جميع الاتجاهات بكثافة متساوية وطور عشوائي. ولا يختلف الصوت المتردد باختلاف وضع المستقبِل. (مقتبس من [b-Vér]).

8.2.3 الجرعة (الصوتية) ((sound) dose): الكمية الإجمالية من طاقة الصوت التي تتلقاها الأذن البشرية خلال فترة محددة من الزمن. وهي، في سياق هذه التوصية، مماثلة للتعرض للصوت (انظر البند 16.1.3). ووحدة الجرعة (الصوتية) هي Pa^2h.

9.2.3 قياس الجرعة (dosimetry): حساب وتقييم الجرعة التي تتلقاها الأذن البشرية.

10.2.3 مبدأ تساوي الطاقة (equal energy principle): الافتراض أن التأثير الكلي للصوت يتناسب مع الكمية الإجمالية للطاقة الصوتية التي تتلقاها الأذن، بغض النظر عن توزع الطاقة عبر الزمن. ووفقاً لهذا المبدأ، من المتوقع أن تتسبب كميات متساوية من طاقة الصوت في كميات متساوية من تحول العتبة الدائمة الناجم عن الصوت تتسبب في كميات متساوية من تحول العتبة الدائم الناجم عن الصوت بغض النظر عن توزع الطاقة عبر الزمن. ويسمح هذا المبدأ بأن تكون مسألة خطر تلف السمع الناجم عن التعرض للصوت مرتبطة بجرعة صوتية.

11.2.3 سوية ضغط الصوت المرجحة A المكافئة المستمرة (equivalent continuous A-weighted sound pressure level): سوية ضغط صوت (SPL) مستمرة في dBA التي يُعتبر أنها تمثل نفس الخطر مثل سوية ضغط الصوت المتغيرة زمنياً، المحسوبة باستخدام تبادل 3 dB بين السوية والزمن. وهي ممثلة رياضياً على النحو التالي:

$$L_{Aeq,T} = 10\lg\left\{\left[\frac{1}{T}\int_{t_1}^{t_2} {p_A}^2(\mathrm{t})\mathrm{d}t\right]/p_0^2\right\}\ dBA$$

حيث:

$L_{Aeq,T}$: سوية ضغط الصوت المرجحة A المكافئة المستمرة بمقدار 20 µPa، محددة عبر فترة تكامل زمني $T = t_2 - t_1$

$p_A(t)$: ضغط الصوت الآني المرجح A للإشارة الصوتية

p_0: ضغط الصوت المرجعي بمقدار 20 µPa.

12.2.3 متوسط سوية الصوت المستمر المكافئ المعاير (equivalent continuous average sound level normalized): سوية ضغط صوت مستمرة بوحدة dBA يعتبر أنها تمثل نفس الخطر الذي يمثله نمط سوية ضغط صوت متغيّر زمنياً يقاس باستخدام معدل تبادل 3 dB ومعايرة لفترة تعرض لمدة n ساعة. فقد تكون قيمة n ثماني ساعات مثلاً، وفي هذه الحالة يشار إلى ذلك أيضاً بتعبير L_{A8hn} أو $L_{EX8h"}$ أو L_{EX40h} أو n=40.

13.2.3 خطر التجاوز (excess risk): خطر فقدان السمع الناجم عن الصوت (SIHL) المرتبط بقدر محدد من التعرض.

14.2.3 معدل التبادل (exchange rate): التغير في متوسط سوية الضوضاء (بوحدة dB) الذي يقابل مضاعفة أو مناصفة فترة التعرض المسموح بها.

15.2.3 الاستجابة الترددية (frequency response): في هذا السياق، الاستجابة الترددية هي مختصر "استجابة الحساسية مقابل الاستجابة الترددية"، ويُشار إليها أحياناً بتعبير "منحنى النغمة" لجهاز صوتي، مثل سماعة الرأس ومكبر الصوت والميكروفون ومضخم الصوت، وما إلى ذلك.

16.2.3 سوية عتبة السمع (hearing threshold level): سوية ضغط الصوت (SPL) عند ترددات اختبار سمعي محدد، تقاس بوحدة dBHL.

17.2.3 جهاز الاستماع (listening device): جهاز يمكن ارتداؤه يستخدم لإيصال الصوت إلى الأذن.

يتكون من محول طاقة وتركيبة لتمكين الاستماع في الأذن أو عليها أو فوقها. مثال ذلك سماعات الرأس وسماعات الأذن.

ويمكن أن تشمل سماعات الرأس وسماعات الأذن مضخمات الصوت والأجهزة الإلكترونية الأخرى من قبيل أجهزة التوصيل اللاسلكي أو الرقمي، أو أجهزة معالجة الإشارات، أو أجهزة إزالة الضوضاء، أو حتى أجهزة تخزين الوسائط للتشغيل اللاحق. وبناءً على ذلك، يمكن تصنيف سماعات الرأس وسماعات الأذن المزودة بهذه الوظيفية على أنها أنظمة سمعية شخصية.

ملاحظة – مبدأ تصنيف مصادر الطاقة وفرض ضمانات للحماية من تلك المصادر أمر منصوص عليه في المعيار [IEC 62368-1] الذي تستند إليه هذه التوصية في معظمها.

18.2.3 الوسائط (media): محتوى سمعي أو سمعي–بصري لأغراض الترفيه حيث يمكن أن يؤدي التعرض الطويل الأجل إلى فقدان السمع. مثال ذلك الموسيقى والألعاب والبث الرقمي.

19.2.3 جهاز استماع شخصي (personal audio device): جهاز محمول مصمم بحيث يمكن ارتداؤه أو وضعه في الجيب للاستماع إلى مختلف أشكال الوسائط. ويمكن أن يكون موصولاً بجهاز استماع. مثال ذلك مشغل الوسائط الشخصي (PMP).

20.2.3 نظام استماع شخصي (personal audio system) (PAS): نظام لجهاز سمعي شخصي وجهاز استماع. وأمثلة ذلك مشغل الوسائط الشخصي (PMP) الموصول بسماعات الرأس، وسماعات الرأس القادرة على تشغيل المحتوى المخزن محلياً بشكل مستقل عن جهاز سمعي شخصي (PAD) خارجي.

21.2.3 جهاز الاستماع الآمن (safe listening device): جهاز/نظام استماع شخصي يفي بالمتطلبات والمعايير للحد من خطر تعرض المستعملين لفقدان السمع (نتيجة لاستخدامه)، ربما يمكن وصفه كجهاز استماع آمن. ويمكن أن يتضمن مشغلات الموسيقى (مشغلات MP3 والهواتف الذكية ومشغلات الموسيقى الشخصية) المستخدمة مع جهاز استماع.

22.2.3 بدل الصوت (sound allowance): تقدير جرعة من التعرض الصوتي خلال فترة زمنية معينة (يومياً أو أسبوعياً مثلاً) يعبر عنها عادة كنسبة مئوية من الحد الأقصى الذي يعتبر آمناً. بدل الصوت الأسبوعي يعادل 100% من الجرعة الصوتية المحسوبة (CSD).

23.2.3 ناجم عن الصوت (sound-induced): إشارة إلى حالة أو جودة ناتجة عن التعرض للصوت. وقد يكون الصوت (جزءاً من) موسيقى أو "ضوضاء"، مما يعني أن الصوت غير مرغوب فيه.

24.2.3 تحول عتبة دائم ناجم عن الصوت (sound-induced permanent threshold shift): مرادف لفقدان السمع الدائم الناجم عن الصوت (SIHL).

25.2.3 تحول عتبة مؤقت ناجم عن الصوت (sound-induced temporary threshold shift): فقدان السمع الناجم عن الصوت (SIHL) نتيجة التعرض للصوت ولكنه يستعاد بعد وقت كافٍ في ظروف صوت منخفض.

26.2.3 طنين الأذن الناجم عن الصوت (sound-induced tinnitus): إدراك صوت وهمي في الأذنين أو الرأس بشكل مؤقت أو دائم، إثر تعرض مفرط للصوت.

27.2.3 منعكس العضلة الركابي (stapedius muscle reflex): العملية التي تتقلص فيها عضلات طبلة الأذن الركابية والوترية في العظيمات عند تعرض الأذن لصوت عالي الشدة. ما يسمى أيضاً المنعكس السمعي.

28.2.3 محول الطاقة (transducer): جهاز إلكتروني يحول الطاقة من شكل إلى آخر.

4 المختصرات

تستخدم هذه التوصية المختصرات التالية:

ALD أجهزة المساعدة على الاستماع *(Assistive Listening Devices)*

ANR تخفيض ضوضاء نشط *(Active Noise Reduction)*

ART عتبة المنعكس الصوتي *(Acoustic Reflex Threshold)*

CLL سوية الاستماع المختارة *(Chosen Listening Level)*

CSD جرعة الصوت المحسوبة *(Calculated Sound Dose)*

DAC التحويل من رقمي إلى تماثلي *(Digital to Analogue Conversion)*

dBA سوية ضغط الصوت بوحدة ديسيبل مقيسة باستعمال شبكة الترجيح A
(Decibels of sound pressure level measured using the A-weighting network)

dBFS كامل نطاق الديسيبل *(Decibel Full Scale)*

dBHL سوية السمع بوحدة ديسيبل *(Decibels of Hearing Level)*

DRP النقطة المرجعية لطبلة الأذن *(Eardrum Reference Point)*

ER معدل التبادل *(Exchange Rate)*

HATS محاكي الرأس والجذع *(Head And Torso Simulator)*

HTL سوية عتبة السمع *(Hearing Threshold Level)*

LEQ متوسط سوية الصوت المستمر المكافئ *(Equivalent continuous average sound level)*

LEX متوسط سوية الصوت المستمر المكافئ المعاير *(Equivalent continuous average sound level normalized)*

MIRE ميكروفون في الأذن الحقيقية *(Microphone-In-Real-Ear)*

NIHL فقدان السمع الناجم عن الضوضاء *(Noise Induced Hearing Loss)*

NIPTS تحول العتبة الدائم الناجم عن الضوضاء *(Noise Induced Permanent Threshold Shift)*

PAD جهاز سمعي شخصي *(Personal Audio Device)*

PAS نظام سمعي شخصي *(Personal Audio System)*

PLD جهاز استماع شخصي *(Personal Listening Device)*

PMP مشغل وسائط شخصي *(Personal Media Player)*

RMS جذر متوسط التربيع *(Root Mean Squared)*

SEL سوية التعرض للصوت *(Sound Exposure Level)*

SIHL فقدان السمع الناجم عن الصوت *(Sound Induced Hearing Loss)*

SLD جهاز استماع آمن *(Safe Listening Device)*

SMR منعكس العضلة الركابية *(Stapedius Muscle Reflex)*

SPL سوية ضغط الصوت *(Sound Pressure Level)*

TTS تحول العتبة المؤقت *(Temporary Threshold Shift)*

VR الواقع الافتراضي *(Virtual Reality)*

5 اصطلاحات

لا توجد.

6 الاستماع الآمن: مقدمة

إن تحولات عتبات السمع المؤقتة والدائمة الناجمة عن التعرض للصوت والضوضاء هي مشكلة متزايدة في مجال الصحة العامة، لا سيما لدى الأطفال والمراهقين. وفي الواقع، إن فقدان السمع الناجم عن الصوت (SIHL) هو السبب الرئيسي لفقدان السمع

الذي يمكن الوقاية منه في العالم. ومن أوائل التسعينيات حتى عام 2000، قُدر أن عدد الشباب الذين يشكون من فقدان السمع الناجم عن الصوت قد ارتفع من 6,7% إلى 18,8%. ويمكن أن يُعزى بعض ذلك إلى أن الشباب في هذا اليوم وهذا العصر يشغلون أوقات فراغهم في أنشطة تعرضهم لسويات عالية من الموسيقى باستخدام أنظمة الاستماع الشخصية (PAS) أو حضور المناسبات العامة، مثل الحفلات الموسيقية وارتياد الحانات والنوادي وما إلى ذلك. وعلى الرغم من هذا الوباء الناشئ، يكاد لا يكون هنالك اليوم أي معايير محددة للحد من التعرض للصوت في البيئات غير المهنية، ولا سيما بالنسبة لأنظمة الاستماع الشخصية. وتتناول هذه التوصية فجوة التقييس هذه.

ومن الممكن القول إن الوقاية من فقدان السمع من خلال ممارسات الاستماع الآمنة هي مسؤولية الفرد. ولكن عبء إذكاء الوعي وتوفير بيئة للاستماع الآمن يقع على عاتق المجتمع ومصنعي الأجهزة والحكومات وغيرهم من أصحاب المصلحة.

ويمكن أن يحدث فقدان السمع نتيجة الاستماع إلى سويات عالية من الصوت خلال فترات مطولة من الزمن. والاستخدام غير الآمن لأجهزة الاستماع الشخصية يشكل تهديداً لسمع الملايين من الناس.

وفقدان السمع في هذه الأحوال دائم، ولكن من الممكن منعه إلى حد كبير من خلال ممارسات الاستماع الآمن. ويمكن للتكنولوجيا الملائمة أن تساعد في الحد من خطر الاستماع غير الآمن. كما يمكن اعتبار جهاز/نظام الاستماع الشخصي الذي يمتثل للمعايير التي تعمل على الحد من خطر تعرض المستعملين لفقدان السمع (نتيجة لاستخدامه) بأنه جهاز/نظام استماع آمن.

ويشير تعبير الاستماع الآمن إلى سلوك الاستماع الذي لا يعرض سمع الناس للخطر. ويتوقف خطر فقدان السمع لدى شخص ما على مدى وطول وتواتر تعرض الشخص لأصوات صاخبة. وقد يكون هذا التعرض من خلال أجهزة الاستماع الشخصية أو في أماكن الترفيه وكذلك في البيئة المحيطة، مثل حركة المرور أو مكان العمل أو المنزل.

ويشير تعبير بدل الصوت إلى السوية المقبولة من الطاقة الصوتية التي يمكن أن يتلقاها الفرد دون أن يعرّض سمعه للخطر. ويعادل تعبير "بدل الصوت الأسبوعي" في معناه "100% من الجرعة الصوتية المحسوبة (CSD)" (انظر البند 1.1.3). ومن المستحسن استخدام تعبير "بدل الصوت" لأغراض الرسائل الصحية، بدلاً من تعبير "الجرعة". وجدير بالإشارة أيضاً أن بدل الصوت المحدَّد على النحو الوارد وصفه في هذه التوصية لا يأخذ في الاعتبار التعرض للصوت الناجم عن مصادر أخرى غير أجهزة الاستماع الشخصية. وقد يظل خطر تعرض الشخص لفقدان السمع قائماً، اعتماداً نوع هذا التعرض.

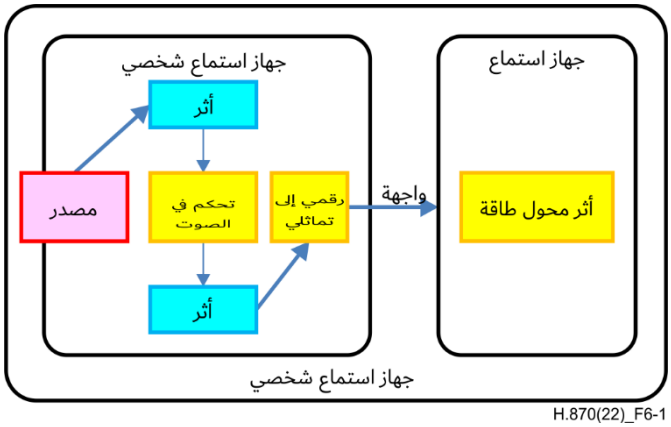
يمكن الاطلاع على حالات الاستعمال التي ينبغي أخذها في الاعتبار عند تطبيق هذه التوصية في المرجع [b FSTP SLD UC].

1.6 معلومات أساسية

يقدم التذييل VIII معلومات أساسية بخصوص الاستماع الآمن.

2.6 نظام الاستماع الشخصي

يرد تعريف نظام الاستماع الشخصي (PAS) في البند 20.2.3، ويوضح الشكل 6-1 المعمارية العامة لهذا النظام.



الشكل 6-1 – معمارية نظام استماع شخصي

في هذا الرسم البياني، يمكن إما تخزين "المصدر" محلياً على الجهاز أو استرداده عن بُعد، أي تدفقه من مخدم محلي أو من الإنترنت.

وجهاز الاستماع الشخصي مخصص للاستخدام من قبل شخص عادي وهو:

- مصمم للسماح للمستخدم بالاستماع إلى محتوى سمعي أو سمعي بصري/مواد سمعية أو سمعية بصرية؛
- يستخدم جهاز استماع، مثل سماعات الرأس أو الأذن التي يمكن ارتداؤها في الأذنين أو حولهما؛
- يشتمل على مشغل يمكن ارتداؤه (من حجم مناسب يمكن حمله في الجيب) ويمكن أن يتجول المستخدم به ويستخدمه على نحو متواصل (في الشارع وفي المترو وفي المطار، وما إلى ذلك)؛
- يشتمل على وسيلة يمكن للمستخدمين استعمالها لضبط شدة الصوت الذي يصل إلى الأذن.

أمثلة ذلك مشغلات الأقراص CD المحمولة، ومشغلات MP3 السمعية، والهواتف المتنقلة أو الأجهزة اللوحية أو الساعات الذكية المزودة بميزات MP3، وسماعات الرأس القادرة على تخزين المحتوى السمعي محلياً أو المدمجة فيها إمكانية التوصيل اللاسلكي بمخدِّم موسيقى دون استخدام جهاز سمعي شخصي.

ولا تنطبق المتطلبات على ما يلي:

- المعدات المهنية؛
- الأجهزة المساعدة على السمع وغيرها من الأجهزة المساعدة للاستماع؛
- النوع التالي من مشغلات الموسيقى الشخصية التماثلية:
  - مستقبل راديوي للمسافات البعيدة (من قبيل مستقبل راديوي متعدد النطاقات أو مستقبِل راديوي عالمي النطاق أو مستقبل راديو AM)؛
  - مشغل/مسجل كاسيت؛

الملاحظة 1 – سُمح بهذا الاستثناء لأن استعمال هذه التكنولوجيا في تراجع ومن المتوقع أن تزول في غضون بضع سنوات. ولن يشمل هذا الاستثناء تكنولوجيات أخرى.

- المشغل الموصول بمضخم صوت خارجي والذي لا يسمح للمستخدم بالتجول أثناء استخدامه.

الملاحظة 2 – بالإضافة إلى ما سبق، تستثنى أجهزة الاتصالات من نطاق هذه التوصية.

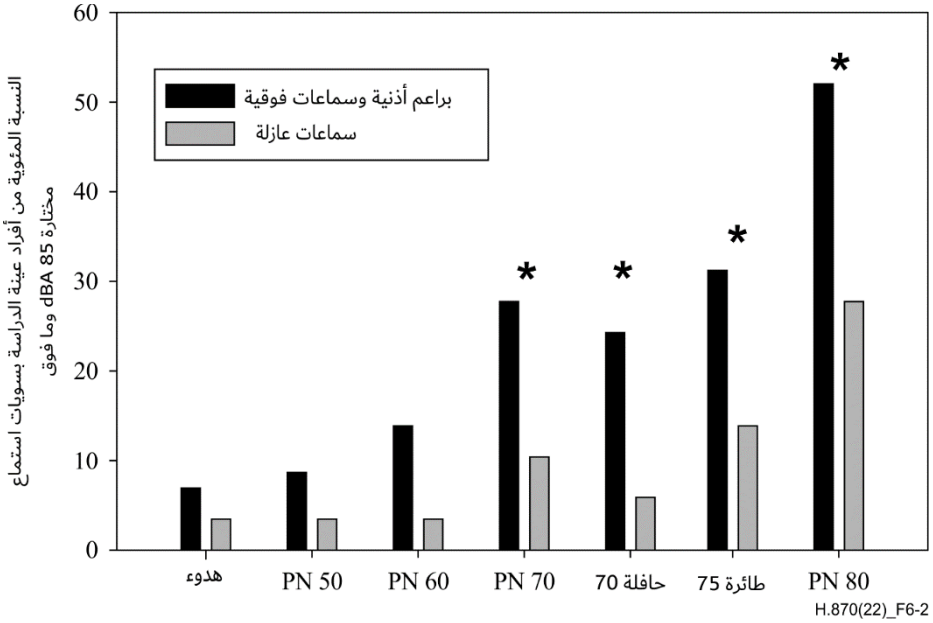
الملاحظة 3 – في الوقت الراهن، ينصب التركيز على الموسيقى بينما تبقى الألعاب والواقع الافتراضي موضوع دراسة مقبلة.

1.2.6 السماعات الرأسية والأذنية

يختلف وضع الاستماع بواسطة السماعات الرأسية/الأذنية باستخدام أجهزة محمولة عن وضع الاستماع إلى مكبر صوت محلي. وتشير الدراسات حول عادات الاستماع بواسطة السماعات مع مشغلات الموسيقى المحمولة إلى أن مستوى الاستماع يختلف بشكل كبير من شخص لآخر [b-SCENIHR]. إذ من الممكن، في بعض المشغلات المحمولة وسماعات الرأس، التشغيل بسويات عالية. ومن شأن قابلية حمل الأجهزة أن تزيد من خطر بلوغ فترات طويلة من التعرض.

وعند التعرض لمجال صوت عالي السوية، في حفلة موسيقية أو ناد ليلي، قد يكون هناك اهتزازات جسدية مدركة بالإضافة إلى المحفزات عبر الأذنين. وفي حالة سماعات الرأس/الأذنين، يكون عنصر الاهتزاز مفقوداً.

ويحتوي الشكل 6-2 على مثال للعلاقة بين نوع سماعة الرأس (براعم أذن وسماعات فوقية أو عازلات) وسويات الاستماع المختارة (CLL) تبعاً للبيئة المحيطة (طائرة، حافلة، هدوء، وما إلى ذلك).



الشكل 6-2 – نمط سماعة الرأس وسوية الاستماع المختارة [b-Portnuff]

2.2.6 ملاحظة بخصوص الفردية

تؤثر الفروق الفردية في أبعاد قناة الأذن على تردد واتساع الرنين في قناة الأذن.

وتؤيد الممارسات الطبية حتى الآن بشدة أن مراعاة عوامل مثل الطول والفروق بين الجنسين وكذلك محيط الرأس لدى الفرد، بل حتى قياس خصائص الرنين في قناة الأذن للفرد، تؤدي إلى تخفيف حدة الفوارق الفردية.

3.2.6 إرشادات بخصوص القياس

لدى قياس سوية الخرج الكهربائي التماثلي لنظام الاستماع الشخصي، ينبغي تنفيذ الإجراءات الموضحة في البند 2.2.7 من التوصية [ITU-T P.381] باستخدام معلمات الاختبار المحددة ذات الصلة. ويشمل ذلك تشغيل إشارة محاكاة برنامج معينة عند سوية رقمية محددة ومحاكاة سماعات الرأس باستخدام حمل مقاوم وقياس مناسب لفلطية خرج الجهاز.

ولدى قياس الحساسية الصوتية الكهربية الإجمالية لسماعات الرأس/الأذنين، ينبغي تنفيذ الإجراءات الموضحة في البند 2.2.8 من التوصية [ITU-T P.381] باستخدام معلمات الاختبار المحددة ذات الصلة. ولدى قياس الحساسية الصوتية الكهربية لسماعات الرأس/الأذنين كدالة للتردد، ينبغي تنفيذ الإجراءات الموضحة في البند 5.1.8 من التوصية [ITU-T P.381] باستخدام معلمات الاختبار المحددة ذات الصلة. ويمكن استخدام ذلك على سبيل المثال لمقدِّر الجرعة، كما هو موصوف في التذييل II في هذه التوصية.

وتشتمل قياسات سماعة الرأس هذه على تشغيل إشارة معينة لمحاكاة البرنامج عند سوية كهربائية محددة، ومحاكي رأس وجذع (HATS)، والقياس المناسب لضغط صوت الخرج لفلطية دخل معينة، بما في ذلك حساب متوسط عدد من " عمليات إعادة وضع" السماعات على المحاكي HATS.

وتشير هذه التوصيات الصادرة عن قطاع تقييس الاتصالات جزئياً إلى سلسلة مواصفات CENELEC EN 50332، لأغراض المواءمة. وبالنسبة للواجهات الرقمية، ثمة إرشادات أيضاً في مواصفات CENELEC.

ملاحظة – تشير التوصية [ITU-T P.381] إلى مقبس/قابس ثلاثي أو رباعي الأقطاب بقطر 3.5 أو 2.5 ملمتر شائع الاستخدام. وبالنسبة للوصلات خماسية الأقطاب، ثمة إرشادات في التوصية [ITU-T P.382].

ولدى قياس سوية الخرج الصوتي الإجمالية لمشغل موسيقى محمول يشتمل على سماعات رأس/أذنين، ينبغي اتباع الإجراء الوارد في المعيار [EN 50332-1].

7 معايير مخاطر الضرر

1.7 الأساليب التشغيلية

من اللازم أن تتضمن أنظمة PAS أو أجهزة PAD نظاماً يتتبع مدة تعرض المستخدم ويقدّر سوية الصوت واستخدام مرجع للتعرض (بدل الصوت). وهذا يشمل تشغيل جميع الوسائط من خلال الجهاز أو النظام (أي المخزنة محلياً أو المتدفقة) أثناء الفترات التي يستخدم فيها المستخدم سماعات الأذن/الرأس. ويمكن استبعاد النداءات الصوتية لأنها محددة بشكل منفصل في معايير أخرى.

ويحدد هذا النظام تعرض المستخدم استناداً إلى الأسلوب التالي:

- الأسلوب 1: سوية قياسية للبالغين (منظمة الصحة العالمية): تطبيق 1,6 Pa^2h لكل 7 أيام بمثابة تعرض مرجعي.

الملاحظة 1 – هذه القيمة مقتبسة من المعيار [IEC 62368-1] وتستند إلى القيم المذكورة في المعيار [2009/490/EC b] الذي ينص على أن الصوت آمن عندما يكون دون 80 dB(A) لمدة أقصاها 40 ساعة في الأسبوع. ولذلك، فإن قيمة 100% من جرعة الصوت المحسوبة (CSD) تقابل 80 dB(A) لمدة 40 ساعة.

ومن المستحسن أن يتيح الجهاز أو النظام أسلوباً أكثر تحفظاً للمستخدمين الذين يفضلون مستوى أكثر تحفظاً أو يستفيدون منه على النحو المبين في الأسلوب 2:

- الأسلوب 2: سوية قياسية للمستخدمين يفضلون سويات صوت أكثر انخفاضاً أو ربما يستفيدون منها (بالنسبة للأطفال مثلاً) (منظمة الصحة العالمية): تطبيق 0,51 Pa^2h لكل 7 أيام بمثابة تعرض مرجعي.

وينبغي أن يسمح الجهاز أو النظام للمستخدمين باختيار تعرضهم المرجعي من بين الأسلوبين المذكورين أعلاه.

الملاحظة 2 – تُستمد القيم المرجعية للتعرض بمقدار 80 dBA (الأسلوب 1) و75 dBA (الأسلوب 2) من سوية ضغط الصوت (SPL) لمدة 40 ساعة في الأسبوع (وهي بدورها مشتقة من 8 ساعات في اليوم، 5 أيام/أسبوع).

الملاحظة 3 – ثمة بديل للتعبير عن التعرض كنسبة مئوية مستهلكة وهو التعبير عن *الوقت المتبقي* حتى الوصول إلى تعرض محدد (أي زمن التشغيل المتبقي في سوية التشغيل الحالية حتى بلوغ 100%).

ومن المستحسن إتاحة اختيار الأسلوب عند استخدام المشغل لأول مرة (أو عند إعادة ضبط الجهاز حسب إعدادات المصنع). ومن المستحسن أن يكون المستخدم قادراً على تغيير اختيار الأسلوب في أي وقت لاحق، من خلال قائمة تهيئة الجهاز مثلاً.

وهنالك في الجدولين 1 و2 أمثلة على فترة الاستماع الأسبوعية بناء على بدل الصوت للأسلوبين المذكورين أعلاه.

الجدول 1 – مثال لزمن الاستماع الأسبوعي للأسلوب 1

dB(A) SPL	أسبوعياً (Pa^2h 1,6)
107	4,5 دقائق
104	9,5 دقائق
101	19 دقيقة
98	37,5 دقيقة
95	75 دقيقة
92	2,5 ساعة
89	5 ساعات
86	10 ساعات
83	20 ساعة
80	40 ساعة

الجدول 2 – مثال لزمن الاستماع الأسبوعي للأسلوب 2

dB(A) SPL	أسبوعياً (Pa^2h 0,51)
107	1,5 دقيقة
104	3 دقائق
101	6 دقائق
98	12 دقيقة
95	24 دقيقة
92	48 دقيقة
89	ساعة و36 دقيقة
86	3 ساعات و15 دقيقة
83	6 ساعات و24 دقيقة
80	12 ساعة و30 دقيقة
77	25 ساعة
75	40 ساعة

2.7 عدم اليقين في تقدير الجرعة

هنالك قدر من عدم اليقين في تقدير جرعة الصوت. ومن بعض أسباب عدم اليقين:

- مصدر الصوت؛
- تباين في خصائص سماعة الرأس لنموذج واحد، بسبب التفاوت في التصنيع؛
- تباين بسبب عدم معرفة نوع سماعة الرأس؛
- التسامح في التصنيع؛
- أخطاء بسبب الاختيار اليدوي غير الصحيح لنوع سماعة الرأس؛
- فوارق فيما يناسب الأذن الاصطناعية أثناء التوصيف؛
- علاقة غير كاملة بين الآذان الاصطناعية والآذان الحقيقية؛
- علاقة غير كاملة بين تصحيح مجال انتشار معاير وطائفة متنوعة من وظائف النقل ذات الصلة بالرأس البشري؛
- فوارق فيما يناسب الآذان البشرية؛

- حالات عدم اليقين في توصيف خصائص المشغل، لا سيما بسبب المعالجة غير الخطية في التنفيذ البديل المبين في الشكل 5.II؛
- أخطاء في العمليات الحسابية؛
- حساسية المستخدمين الفردية للتعرض للصوت؛
- التعرض من مصادر أخرى.

ونظراً لأن بعض حالات عدم اليقين هذه تمثل عادةً بضع وحدات dB، ولأن خطأ بمقدار 3 dB يمثل خطأ في الجرعة بنسبة 100% فمن المتوقع أن تكون حالات عدم اليقين مئات المائة في المائة. ولذلك يقترح الامتناع عن تنبيه المستعمل بالإشارة إلى "آمن" و"أخضر" استناداً إلى قراءات الجرعة دون حد معين.

غير أن تقدير الجرعة ذو أهمية في مراعاة الاتجاهات العامة:

- ارتفاع سوية الإشارة يعني المزيد من الخطر
- التعرض لفترة أطول يعني المزيد من الخطر
- المحتوى الطيفي في الموسيقى يؤخذ في الحسبان.

المزيد من التفاصيل حول هذا الموضوع تبقى مجال دراسة في المستقبل.

8 طرائق القياس

1.8 قياس الجرعات

1.1.8 المعايير الرئيسية ذات الصلة

تصف المعايير [EN 50332-1] و[EN 50332-2] و[EN 50332-3] نظاماً لقياس الجرعات في مشغل الوسائط الشخصي (PMP). ويصف المعيار [IEC 61252] عدادات الجرعة الصوتية التي يتعين ارتداؤها.

2.1.8 تعريف الجرعة في سياق قياس الجرعات الصوتية

يجري حساب الجرعة في سياق قياس الجرعات الصوتية على النحو التالي:

$$dose = \int_{t1}^{t2} (p_A(t))^2 dt$$

حيث p_A هو ضغط الصوت المرجح A والمصحح بحسب مجال الانتشار.

مثال ذلك، تحتسب الجرعة المكتسبة عند التعرض لمقدار 80 dBSPL(A) خلال مدة 40 ساعة على النحو التالي:

- جذر متوسط التربيع (RMS) لضغط الصوت هو $10^{\frac{80}{20}} \cdot \frac{20\mu Pa}{1Pa} = 0{,}2\ Pa$. ومن ثم تكون الجرعة $0{,}2^2 \cdot 40 = 1{,}6\ Pa^2h$.

ويمكن تعريف هذه الجرعة المحددة بمثابة جرعة مرجعية، ويمكن التعبير عن تقدير التعرض المقيس خلال فترة معينة من الزمن كنسبة مئوية من هذه الجرعة المرجعية.

وتشكل القيمة 1,6 Pa^2h نسبة 100% من بدل الصوت الأسبوعي، ما يقابل 100% من جرعة الصوت المحسوبة (CSD) كما هو محدد في [EN 50332-3].

للاطلاع على مثال على تنفيذ قياس الجرعات، انظر التذييل II.

3.1.8 اختبار وظيفية مقياس الجرعة

تُختبر وظيفية مقياس الجرعة بتشغيل صوت محاكاة البرنامج وفقاً للمعيارين [EN 50332-1] و[IEC 60268-1] وقياس الزمن حتى تصل الجرعة إلى 100% من جرعة الصوت المحسوبة (CSD)، وذلك باستخدام الاستيفاء ومجالات التسامح كما هو موضح في [EN 50332-3]. ويمكن إجراء هذا الاختبار في المجال الصوتي (عند استخدام سماعة رأس ذات علاقة معروفة بين الحساسية والاستجابة الترددية) أو في المجال الكهربائي باستخدام حمل مقاوم 32 Ω (عندما تكون خصائص سماعة الرأس غير معروفة). انظر معلومات إعداد القياس في التوصية [ITU-T P.381].

ملاحظة – ينبغي أيضاً النظر في طرائق الاختبار للإشارة الرقمية، مثل تلك الواردة في المعيار [EN 50332-1]، التي تستحق أن تكون موضوع المزيد من الدراسة.

ومن المستحسن التحقق من أن الجرعة تنمو بضعف المعدل لكل زيادة بمقدار 3 dB في سوية الخرج عند سويات متفاوتة تتراوح من −28 إلى −4 dBFS (انظر تعريف dBFS في [EN 50332-1]) وكذلك عند تغيير إعدادات التحكم في شدة الصوت.

ومن المستحسن اختبار مرشاح الترجيح A وخصائص قياس الجرعات التفصيلية الأخرى كما هو موضح في [IEC 61252].

9 مدى الحساسية واستجابة السماعات الرأسية للترددات

معرفة كسب سلسلة الإشارة من إتاحة التحكم في شدة الصوت للمستخدم، وحساسية جهاز الاستماع هما أمران مهمان لحساب جرعة الصوت بدقة معقولة. وبالنسبة لأبسط نظام PAS يتألف من جهاز PAD موصول بسماعة رأس منفعلة (لا تشتمل على أجهزة إلكترونية) من نوع غير معروف، يجب أن تفترض جرعة الصوت المحسوبة الحساسية القصوى المسموح بها لسماعة الرأس [EN 50332-3].

ومع ذلك، فإن راحة المستخدم الناتجة عن سماعات الرأس المزودة بواجهات رقمية لاسلكية أو سلكية أدت إلى تحول سريع عن سماعات الرأس المنفعلة البسيطة هذه. ويوفر هذا إمكانيات جديدة لجعل جرعة الصوت المحسوبة أكثر دقة وتعزيز الاستماع الآمن بشكل أفضل، بما في ذلك:

- إبلاغ معلومات الحساسية، بما فيها التغييرات الناتجة عن المعالجة الداخلية، من جهاز الاستماع إلى الجهاز السمعي الشخصي.
- إجراء حساب داخل جهاز الاستماع لزيادات جرعة الصوت المحسوبة خلال جلسة استماع بغرض إبلاغ المعلومات إلى الأجهزة السمعية الشخصية.
- معرفة النظام بجودة العازل بالنسبة لأذني المستخدم الفردي، ما يوفر قيمة حساسية أكثر صلة من تلك التي تم قياسها في نماذج الاختبار الصوتي في المختبر.
- المعالجة المفصلة على مقاس شخصي لتحسين وضوح المحتوى، ما يجعل السويات الأدنى أكثر قبولاً.

ويتألف النظام السمعي الشخصي الشائع بشكل متزايد والقادر على تنفيذ هذه الإمكانيات من جهاز سمعي شخصي لهاتف ذكي موصول عبر تقنية بلوتوث بسماعة رأس تحتوي على قدرات معالجة الإشارة. وبالنظر إلى هذه القدرات التقنية الحالية ولتحفيز التطورات المستقبلية، يوصى بمبدأين عامين:

- ينبغي تحديد حساب زيادات الجرعة الصوتية في أبعد وقت ممكن في سلسلة الإشارة – من ملف الموسيقى المخزن إلى الأذن، لأن هذا هو المكان الذي يمكن الحصول فيه على أفضل تقدير لزيادات جرعة الصوت المحسوبة. وعلى وجه الخصوص، يجب أن تشمل زيادات جرعة الصوت المحسوبة تأثير جميع عناصر التحكم في شدة الصوت في سلسلة الإشارة.
- من الأفضل أن يتم تجميع جرعة الصوت المحسوبة بمرور الوقت، لتحديد جزء بدل الصوت الأسبوعي الذي حصل عليه المستخدم، في جهاز يتضمن شاشة مرئية لتمكين رسائل الاتصالات الصحية الغنية للتأثير بشكل أفضل على سلوك المستخدم. وهذا الجهاز هو أيضاً الأكثر تأهيلاً لتحديث المعلومات الصحية الشخصية للمستخدم أو التوصيل بقاعدة بيانات تخزن هذه المعلومات.

بالنظر إلى هذين المبدأين، إذا كان جهاز الاستماع قادراً على الإبلاغ عبر واجهة رقمية، فإن قيم حساسيته، التي تتأثر بإعداد الصوت الحالي، يجب استخدامها بدلاً من الحد الأقصى المسموح به لحساسية سماعة الرأس. وعلاوة على ذلك، إذا كان جهاز الاستماع قادراً على تحديد زيادات جرعة الصوت المحسوبة لجلسة استماع كاملة أو جزئية وعلى الإبلاغ بذلك عبر واجهة رقمية، فيجب أن يستخدم نظام PAS هذه القيم بدلاً من قيام جهاز PAD بحساب زيادة جرعة الصوت المحسوبة.

ومن المحتمل أن تسمح هذه القدرات بجعل الاستماع أكثر أماناً في حالات استعمال أخرى غير حالة استخدام مشغل الموسيقى الفردي البسيط. وسيكون هذا المجال موضوع دراسة في المستقبل.

10 الجانبيات

يتمثل أحد الأهداف المقترحة للجانبيات أو الدرجات المختلفة للنظام السمعي الشخصي (PAS) في توفير وسيلة تبين للمستخدمين النهائيين الدقة المقارنة لتطبيقات مختلفة للنظام PAS، بطريقة بسيطة وهادفة، من أجل بناء الثقة في جرعة الصوت المحسوبة والإخطارات الناتجة.

11 الرسائل الصحية

تهدف استراتيجية "الاستماع الآمن" (انظر التذييل 1) إلى الحد من خطر فقدان السمع وذلك من خلال تعزيز الاستماع الآمن بين الفئة المستهدفة (من مستخدمي أجهزة الاستماع الشخصية). وفي ضوء ذلك، يشمل المعيار الخاص بأجهزة الاستماع الآمن أداة تسمح للأشخاص بمراقبة تعرضهم الشخصي للصوت. والغرض من هذه الأداة هو إعطاء المستخدمين خيار الاستماع الآمن، مع الحفاظ على إخراج صوت ذي نوعية جيدة. وإلى جانب هذه الأداة، من المهم تمكين مستخدمي الأجهزة من اتخاذ خيار الاستماع الصحيح من خلال إذكاء الوعي وتوفير المعلومات.

ولهذا الغرض، يحدد هذا الفرع جوانب التعليمات الصحية التي ينبغي تطبيقها من أجل التنفيذ الكامل لمعايير أجهزة الاستماع الآمن.

ويستهدف هذا الفرع تزويد الشركات المصنعة لأجهزة الاستماع الشخصية بالمعلومات عن كيفية تعزيز ممارسات الاستماع الآمن بين المستخدمين/المستهلكين. وعلى وجه التحديد، يقدم توصيات تستند إلى أدلة حول كيفية الإبلاغ عن مخاطر الاستماع غير الآمن ودعم المستخدمين/المستهلكين في اعتماد السلوك المناسب في هذا المجال. وتستند التوصيات إلى الأدلة المتوفرة في الأدبيات التي تخضع لاستعراض الأنداد أو المكتسبة من دراسة عادات الاستماع لدى الفئة المستهدفة، أي مستخدمي أجهزة الاستماع الشخصية.

1.11 الغرض من تضمين التعليمات الصحية كجزء من معايير أنظمة الاستماع الشخصية الآمنة

القصد هو تزويد المستخدمين بالمعلومات والإرشادات لتمكينهم من اتخاذ خيارات الاستماع الآمن. وهي تشمل ما يلي:

- "معلومات الاستخدام الشخصي"، لكي يدرك المستخدم:
  - عادات الاستماع الخاصة به (استخدام بدل الصوت اليومي والأسبوعي)
  - كيفية استخدام ميزات الاستماع الآمن في الأجهزة المحددة؛
- "توصيات ونصائح مخصصة" من أجل الاستماع الآمن، مخصصة بناءً على جانبية الاستماع لدى كل مستخدم
- "معلومات عامة" حول
  - الاستماع الآمن وأساليب ممارسته
  - الخطر المرتبط بالاستماع غير الآمن
  - خطر فقدان السمع بسبب الأصوات الشديدة من مصادر غير نظام الاستماع الشخصي.

ويتم تقاسم هذه المعلومات والإرشادات تلقائياً مع المستخدمين عبر أجهزتهم المتنقلة من أجل الحد من مخاطر فقدان السمع.

2.11 توصيات رئيسية للإعلام كجزء من معايير أجهزة الاستماع الآمن

يكون توفير المعلومات والرسائل بخصوص الاستماع الآمن من خلال:

- واجهة الجهاز[1] (حيثما تتوفر واجهة سمعية أو مرئية مناسبة)
- أدلة التعليمات
- يجب تضمين المعلومات حول ميزات الاستماع الآمن في عبوة الجهاز.

1.2.11 معلومات المستعمل عبر واجهة الجهاز

يوضح البندان 1.1.2.11 و2.1.2.11 المعلومات التي يتعين توفيرها للمستخدم من خلال واجهة الجهاز.

1.1.2.11 معلومات الاستعمال الشخصي

يجب تزويد المستخدمين بالمعلومات المتعلقة بمختلف معلمات الاستماع التي تحدد عادات استماع المستخدمين وذلك لكي يتمكنوا من تتبع تعرضهم للصوت من خلال الجهاز. وفي حالات الأجهزة المزودة بشاشة، يمكن أن يكون ذلك من خلال أيقونة على الشاشة. ومن خلال الأيقونة، يتمكن المستخدم من رؤية استخدامه لبدل الصوت اليومي الأسبوعي في عرض ميسور الفهم يمكّن الشخص من رؤية مقدار ما استهلك من بدل الصوت الأسبوعي ومعرفة سلوك الاستماع على مدى الأيام السبعة السابقة.

أما في الأجهزة التي لا تحتوي على شاشة، فيجب توفير المعلومات من خلال وسائل بديلة، مثل العلامات الصوتية أو عبر جهاز آخر يحتوي على شاشة.

ملاحظة – فيما يتعلق بهذه الأجهزة (التي لا تحتوي على شاشة)، قد لا تقدَّم الملاحظات إلى المستخدم في الوقت الفعلي، ولكن يمكن تقديمها في وقت لاحق.

وينبغي أن يعرض الجهاز (عندما يكون قادراً) ما يلي:

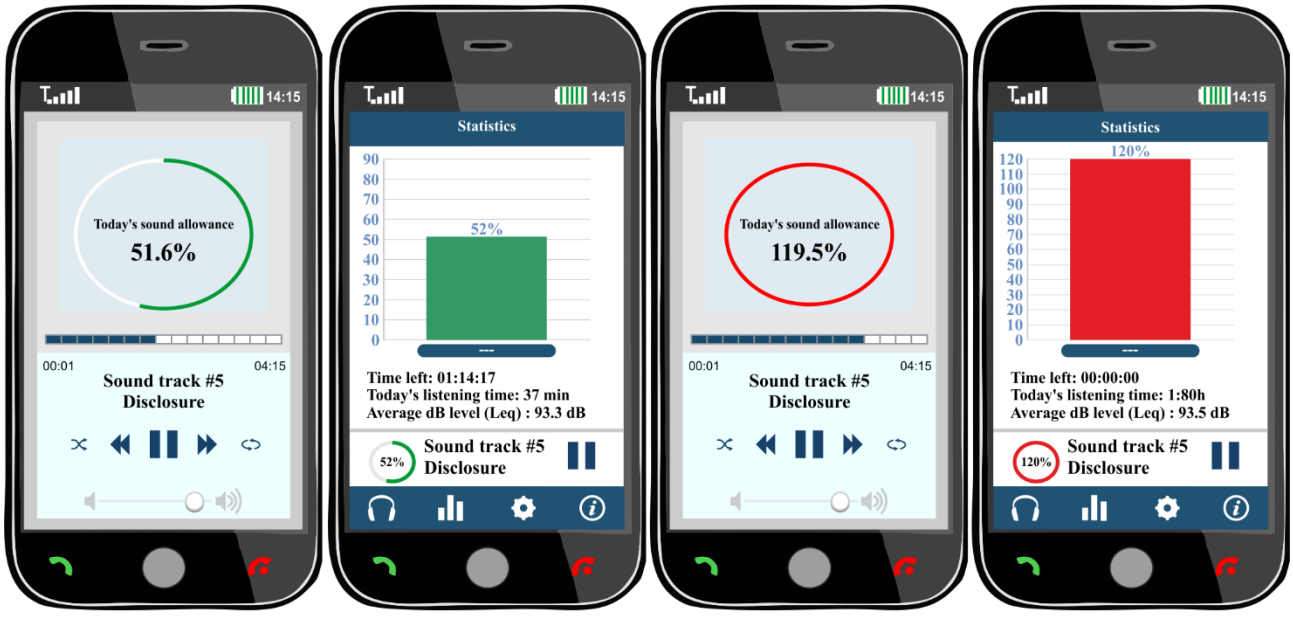
أ) متوسط سوية الصوت لليوم والأسبوع؛

ب) الزمن الذي استمع فيه المستخدم بالساعات والدقائق خلال اليوم والأسبوع.

يقدم الشكل 11-1 مثالاً غير معياري للمعلومات المقدمة على واجهة مرئية لهاتف ذكي من أجل الاستماع الآمن.

---

1 تشير إلى مكونات الأجهزة (مثل الشاشة) التي تسمح للمستخدم بالتفاعل مع جهاز إلكتروني.



الشكل 11-1 – أمثلة على المعلومات المقدمة على واجهة مرئية لهاتف ذكي من أجل الاستماع الآمن

2.1.2.11 الرسائل

يتعين أن يزود الجهاز المستخدم بتحذيرات وإشارات تدفعه للتصرف:

أ) يوفر الجهاز تحذيرات وإشارات ذات صلة للتصرف عندما يتجاوز المستخدم 100% من البدل الأسبوعي. وترد المقترحات لإعداد هذه الرسائل في التذييل VII.

- يتلقى المستخدم أولاً "تحذيراً" في شكل نص ومرئيات تكشف عن بلوغ عتبة معينة وأنه من ذلك الحين فصاعداً يشكل المزيد من الاستماع في نفس الشدة خطراً على السمع لديه.
- يتبع التحذير "إشارة للتصرف" حيث يُتاح للمستخدم الخيار إما بقبول خطر مواصلة الاستماع أو حماية السمع لديه. وينبغي ربط "الإشارة للتصرف" بالخيارات النشطة على الجهاز مثل:
  - خيار تلقائي لسوية آمنة، حيث يقوم الجهاز تلقائياً بتغيير سوية الصوت لبلوغ سوية استماع أكثر أماناً؛
  - نفاذ مباشر إلى إعدادات سوية الصوت؛
  - تهيئة حدود سوية الصوت بالتغيب؛
  - خيار تذكير في وقت لاحق؛
  - خيار التجاهل والاستمرار.
- إذا لم يتخذ المستخدم أي إجراء، يتم تخفيض سوية الصوت تلقائياً على النحو الوارد وصفه في البند 1.13 (سوية صوت عند النقطة المرجعية لطبلة الأذن (DRP)، بتصحيح مجال الانتشار، لا تتجاوز 80 أو 75 dBA (حسب الأسلوب المختار)).

الملاحظة 1 – يكون الموعد الزمني لتنفيذ هذه الميزة من قبل الشركات المصنعة متوافقاً مع التوصيات الصادرة عن اللجنة الأوروبية للتقييس الكهرتقني (CENELEC).

الملاحظة 2 – إذا تم، بعد بلوغ نسبة 100% من البدل الأسبوعي للمستخدم، تخفيض السوية تلقائياً إلى 80 dBA (75 dBA بالنسبة للمستمعين الحساسين)، فإن تعرض المستخدم للصوت سيستمر في الزيادة بما يتجاوز 100%. لذا، فإن هذا الإجراء لا يوفر الحماية الكاملة من تعرض السمع لمزيد من المخاطر؛ في حين أن الغرض هو التأكد من أن الاستماع لا يزيد عن سوية معتدلة ما لم يقر المستخدم بتلقي التحذير.

ب) ينبغي أن يوفر الجهاز رسائل ذات صلة عندما يصل استخدام البدل الصوتي إلى سويات محددة مسبقاً. ويحتوي التذييل 1.VII على سويات مقترحة يمكن عندها إطلاق تحذيرات/إشارات وعلى عينة من المحتويات.

وتتوقف هذه التحذيرات على قدرة الجهاز وينبغي أن تكون متعددة الأساليب، أي في شكل تحذيرات بصرية أو اهتزازية أو مسموعة من أجل استرعاء انتباه المستخدم إليها. ويقدم الشكل 11-2 أمثلة غير معيارية لرسائل معروضة في ساعة ذكية.

الشكل 11-2 – مثال لرسالة تظهر في ساعة ذكية

- الرسائل اليومية: ينبغي أن يقدم الجهاز رسالة ملخص يومي تستند إلى سلوك الاستماع لدى المستخدم خلال الأيام القليلة السابقة، مما يشجع عادات الاستماع الآمن ويثبط أو يحذر من عادات الاستماع غير الآمن. وثمة أمثلة على هذه الرسائل في البند 3.VII.

2.2.11 معلومات عامة

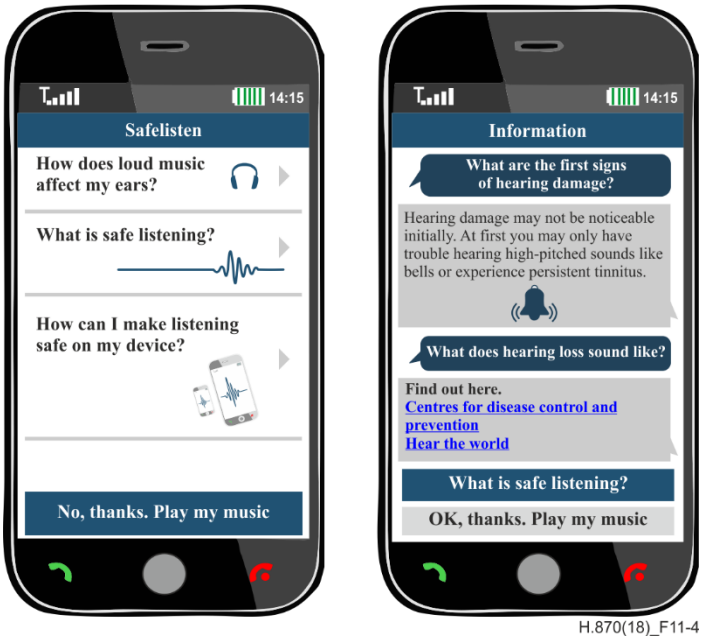
- إذا كان الجهاز يحتوي على شاشة، عندئذ تُعرض عليها معلومات حول الاستماع الآمن وفوائده، فضلاً عن المخاطر التي يمثلها الاستماع غير الآمن.

ملاحظة – من المتوقع أن يكون النفاذ إلى المعلومات أعلاه متاحاً دون الحاجة إلى تصفح مفرط.

يجب أن يكون توفر هذه المعلومات مبيناً في واجهة المستخدم (شاشة الاستقبال) في شكل أيقونة مميزة ومعروفة. ويحتوي الشكل 11-3 على مثال غير معياري لأيقونة استماع آمن معروضة على شاشة هاتف ذكي.

الشكل 11-3 – أيقونة استماع آمن في شاشة هاتف ذكي

وينبغي أن يكون هناك برمجيةٌ تعلّم المستخدمين ما هو الاستماع الآمن وما هي مخاطر الاستماع غير الآمن وميزات الاستماع الآمن للجهاز وكيفية استخدامه. وينبغي أن تتضمن الشاشة أيضاً روابط إلى صفحات الويب ذات الصلة حيث يمكن للمستخدم العثور على المزيد من المعلومات. ويعرض الشكل 11-4 أمثلة غير معيارية للشاشة موصولة بمعلومات الاستماع الآمن والروابط الخارجية.



الشكل 11-4 – مثال لشاشة موصولة بمعلومات عن الاستماع الآمن وروابط خارجية

3.2.11 معلومات عبر وسائط غير الجهاز بذاته:

1.3.2.11 دليل المستعمل

ينبغي أن يبين دليل المستعمل بوضوح أن ممارسات الاستماع غير الآمن لدى استخدام الجهاز تشكل خطر فقدان السمع بشكل دائم. كما ينبغي أن يعطي تفاصيل عن وظائف الحد من سوية الصوت وإشارات للتصرف.

وينبغي كذلك أن يبين دليل المستعمل بوضوح كيفية عمل نظام تقييم بدل الصوت وأن يشير إلى عدم يقينه.

وينبغي أن يشير الدليل بوضوح إلى أن المعلومات الموجودة على الجهاز لا تأخذ في الحسبان المصادر الإضافية للتعرض للصوت، سواء من أجهزة سمعية أخرى أم من مصادر بيئية.

ويمكن أن يوفر الدليل أيضاً معلومات عن حماية السمع من الأصوات البيئية الصاخبة، وذلك من أجل الحد من خطر فقدان السمع.

2.3.2.11 عبوة الجهاز

من الموصى به بشدة تضمين العبوة الخارجية للأجهزة رسالة تحذير أو إدراجها فيها. ويوصى بأن تكون رسالة التحذير هذه:

- مقتضبة وبسيطة وواضحة
- مصحوبة بتوضيح بياني ذي صلة
- موضوعة على خلفية بسيطة.

3.3.2.11 موقع الويب والإعلان

يجب تضمين معلومات عن الاستماع الآمن على موقع الشركة المصنعة على شبكة الويب (من قبيل دعم معلومات واجهة الجهاز، انظر البند 1.2.11).

ويجب أن يكون النص الوارد في موقع الشركة المصنعة على شبكة الويب مستنداً إلى الأدلة وأن يكون متوافقاً مع توصيات معايير الاستماع الآمن الصادرة عن منظمة الصحة العالمية والاتحاد الدولي للاتصالات. ويمكن تضمين رابط لموقع منظمة الصحة العالمية ومواقع أخرى ذات صلة وتتمتع بسمعة جيدة.

وحيثما أمكن، يمكن أن يوفر الإعلان عن المنتجات أيضاً معلومات ذات صلة. ويمكن أن تشير هذه المعلومات إلى الضرر المحتمل أن يلحق بالسمع لدى المرء من جراء الاستخدام غير السليم للجهاز وكذلك إلى مزايا الاستماع الآمن من أجل الحفاظ على سلامة السمع والاستمتاع في الوقت ذاته بتجربة استماع جيدة.

12 التحكم في الضوضاء المحيطة

إن سوية الاستماع ترتبط ارتباطاً وثيقاً بسوية الضوضاء المحيطة (انظر، على سبيل المثال، الشكل 9 في [b-Portnuff])، ولذلك فإن استخدام سماعات الأذن التي توفر درجة معينة من التوهين للضوضاء المحيطة يوجه المستخدم إلى اختيار سويات استماع منخفضة، وبالتالي الحد من التعرض الكلي للضوضاء. ويمكن تحقيق هذا التوهين للضوضاء المحيطة من خلال وسائل سلبية أو باستخدام ضوابط ضوضاء نشطة تعمل على إلغاء الضوضاء المحيطة إلكترونياً [b-Berger-Voix].

1.12 التوهين السلبي لضوضاء الخلفية

يتمثل النهج الأول للحد من الضوضاء المحيطة أثناء الاستماع إلى الموسيقى في دمج مزايا خصائص سماعة الأذن مع عزل الضوضاء الذي يوفره جهاز حماية السمع السلبي. وقد تكون سماعات الأذن هذه سماعات رأس كبيرة حول الأذن، حيث توفر القشرة الصلبة والوسادة الناعمة التوهين المناسب للضوضاء المحيطة. ويمكن أن تكون أيضاً في شكل سماعات داخل الأذن تستخدم سُدادات متحركة أو نهايات مقولبة، أو حتى نهايات مقولبة مخصصة، لتوفير قدر كبير من التوهين عند إيلاجها بشكل صحيح في قناة الأذن [b-Smith-Voix]. وتستخدم هذه المنتجات ببساطة التوهين السلبي ويشار إليها أحياناً باسم سماعات الرأس/الأذنين العازلة للضوضاء. ويتطلب التوهين المناسب للأصوات المحيطة إحكاماً بين نهايات سماعات الأذن وقناة أذن الشخص الذي يستخدمها، الأمر الذي لا يمكن تحقيقه في "السماعة البرعم" الشائعة (انظر السماعة داخل محارة الأذن في التوصية [ITU-T P.57]) التي تستقر فقط في التجويف أو عند مدخل قناة الأذن ولا توفر أي توهين يذكر.

2.12 التخفيض النشط لضوضاء الخلفية

شهدت العقود القليلة الماضية تداول بعض السماعات التي تتميز بخفض الضوضاء النشط (ANR) في شكل سماعات رأس فوق الأذنين وسماعات داخل الأذنين. وتستخدم أجهزة خفض الضوضاء النشط هذه وحدة تحكم تماثلية أو رقمية لتوليد موجة صوتية لها نفس الاتساع ولكن في طور معاكس لطور التشويش الأولي (الضوضاء المحيطة). وتستطيع هذه الأجهزة إلغاء أو خفض ضوضاء الخلفية بشكل فعال في منطقة طبلة الأذن لدى المستخدم.

3.12 فوائد سماعات الأذن العازلة للضوضاء

إن الفائدة السمعية الرئيسية من استخدام السماعات العازلة للضوضاء، على افتراض أنها محكمة بشكل صحيح، هي أنها تمكّن المستخدم من خفض سوية الاستماع إلى قيمة آمنة، حيث يتم الحد من الضوضاء المحيطة جزئياً كما هو مبين في الشكل 9 من -b] Portnuff] (انظر أيضاً [b-Voix، Cocq، Hager]). ومع ذلك، قد يكون من الصعب تحقيق الإحكام الصحيح للسماعات العازلة للصوت في الأذن في المقام الأول و/أو الاتساق في الحفاظ عليها على مر الزمن. ولا يقتصر أثر التغييرات الطفيفة في إحكام السماعات العازلة للضوضاء على مقدار التوهين الذي توفره هذه الأجهزة فحسب، بل يؤثر أيضاً على استجابة السماعات للتردد ويزيد بشكل كبير من مدى عدم اليقين المرتبط بسوية ضغط الصوت الواصل في قناة الأذن المغطاة. وهذا التأثير الأخير واضح بشكل خاص في سماعات الأذن السلبية التي تعتمد على كون قناة الأذن مختومة تماماً لعزل الضوضاء على نحو أفضل والاستجابة المثلى للتردد.

4.12 شواغل السلامة المرتبطة بسماعات الأذن العازلة للضوضاء

يتعين أن توفر سماعات الأذن العازلة للضوضاء قدراً عالياً من التوهين لكي تكون فعالة في الحد من الضوضاء المحيطة. وقد يثير ذلك أيضاً بعض الشواغل بشأن سلامة استخدام أجهزة العزل هذه في الأنشطة اليومية، ناهيك عن قلة الانتباه الناجمة عن الاستماع للموسيقى في حد ذاته. وفي الواقع، قد تعمل السماعات العازلة للضوضاء، عند إحكامها بشكل صحيح، على خفض الضوضاء المحيطة إلى سويات متدنية جداً قد يكون من الصعب إدراكها. وفي هذا السياق، وبالإضافة إلى أن الموسيقى سوف تحجب المزيد من الضوضاء المحيطة المتبقية، من السهل أن نفهم تراجع الوعي السمعي بالظروف المحيطة. إذ سوف تُفقد الضوضاء المحيطة مع ما تنطوي عليه من معلومات مفيدة، كمناداة شخص أو تزمير سيارة، مما ينال من قدرة الكشف عن جميع مصادر الصوت الخطرة وإدراكها والتعرف عليها. أضف إلى ذلك، أن قدرات تحديد موقع المصدر، من حيث السمت والارتفاع وكذلك تقدير المسافة والسرعة والاتجاه، يمكن أن تتأثر باستخدام السماعات العازلة للضوضاء.

ولهذا السبب، يُنصح بأن يقوم المصنعون بتحذير المستخدمين من المخاطر المصاحبة لاستخدام أنظمة الاستماع الشخصي وسماعات الأذن/الرأس التي ترافقها أثناء الأنشطة التي قد تكون فيها الإشارات السمعية حاسمة الأهمية (الهرولة في الشارع، وقيادة السيارة، وما إلى ذلك) وحيث يمكن لفقدان هذه الإشارات أن يعرض سلامتهم الجسدية للخطر.

13 التحكم في الصوت

1.13 الحد من شدة الصوت

يجب أن يزود الجهاز أو النظام المستخدِم بوسيلة مناسبة للحد من شدة الصوت. وهذا يشير إلى ميزة توفر رسالة بخصوص حد التعرض المرجعي المحدد سلفاً (بدل الصوت)، وعند الإقرار بتلقي هذه الرسالة، يقوم الجهاز أو النظام تلقائياً بتخفيض شدة الصوت لبلوغ سوية صوت عند النقطة المرجعية لطبلة الأذن (DRP)، بتصحيح مجال الانتشار، لا تتجاوز 80 أو 75 dBA (حسب الأسلوب المختار). ومن الموصى به أيضاً تعيين ذلك كخيار افتراضي وأن يتاح للمستخدم الخيار لإيقاف تشغيل هذه الميزة إذا كان لا يرغب في استخدام هذا الإعداد.

وبعد تنفيذ ذلك، يتم تلقائياً توفير رسالة خيار تحديد شدة الصوت عندما يصل المستخدم إلى 100% من البدل الأسبوعي. ويتلقى المستخدم رسالة تتيح له خيار "مواصلة الاستماع" في حالة عدم رغبته في خفض سوية صوت الجهاز. وعندما يهمل الرسالة، يكون

الإجراء بالتغيب هو الحد من شدة الصوت لبلوغ سوية الصوت المحددة مسبقاً. وإذا أمكن ذلك، ينبغي إعطاء المستخدمين خيار تخصيص هذه السوية (السوية التي يرغبون عندها أن يقوم الجهاز بالحد من شدة الصوت) وفقاً لتفضيلاتهم.

2.13 التحكم في شدة الصوت عن طريق الحماية بكلمة سر

يجب أن يكون للجهاز أو النظام الخيار الذي يمكن به تحديد سوية الصوت القصوى وإقفاله في معلمات الإعداد، ربما باستخدام كلمة سر.

والقصد من هذه الميزة هو تمكين الآباء (أو سواهم من البالغين) من تقييد الحد الأقصى من خرج الصوت لجهاز الطفل، بطريقة لا يمكن للطفل تغييرها.

كما يمكن لفرادى المستخدمين استخدام هذه الميزة من أجل الحد من التعرض الصوتي الخاص بهم، إذا كانوا يرغبون في ذلك، بتثبيت الحد الأقصى لخرج الصوت في أجهزتهم.

14 إرشادات بخصوص الشواغل الإضافية

بالإضافة إلى التأثير المباشر لمحول الطاقة وجهاز التشغيل في أنظمة الاستماع الشخصي في حد ذاتها، هناك عدد من النقاط التي قد يتعين أخذها في الاعتبار عندما يصبح نظام الاستماع الشخصي آمناً. وفي المرجع [b-ITU-T P.360] بعض المعلومات في هذا الصدد.

- عند توصيل سماعة رأس أو أذن، قد يكون هناك ضوضاء حادة (نقرات وفقعات) بسبب تمورات (ضوضاء غير مرغوبة) في النظام.
- بعض الأجهزة، عندما تكون موصولة أو "مقترنة" معاً، تعطي "صوت تأكيد" يشير إلى أن الأجهزة اقترنت بنجاح. في هذه الحالة، قد يتعين أن تكون سوية صوت التأكيد ضمن المدى الآمن.

يلاحظ أنه لا يمكن قياس ذلك بواسطة "مقياس الجرعة" في جهاز الاستماع الشخصي.

التذييل I

تقرير الحالة

(لا يشكل هذا التذييل جزءاً أساسياً من هذه التوصية.)

تقدر منظمة الصحة العالمية أن أكثر من 1,5 مليار شخص في جميع أنحاء العالم يعانون حالياً من درجة معينة من فقدان السمع، وأن نحو 30% من درجات فقدان السمع هذه تبلغ حد الإعاقة. وتشير التقديرات إلى أن من المحتمل، مع الاتجاهات الديموغرافية الحالية، أن يتجاوز عدد الأشخاص الذين يعانون من فقدان السمع على مستوى العالم 2,5 مليار شخص بحلول عام 2050. ولئن كان هذا الاتجاه التصاعدي يبرز التغيرات في الخصائص الديمغرافية للسكان، فإنه يؤكد أيضاً الحاجة إلى معالجة أسباب فقدان السمع التي يمكن الوقاية منها.

ويُطلق على أحد الأسباب الرئيسية لفقدان السمع التي يمكن تجنبها اسم "فقدان السمع الناجم عن الضوضاء"، وهو يشير إلى فقدان السمع بسبب تعرض الأذنين المفرط لطاقة الصوت، بما في ذلك الموسيقى التي يتم الاستماع إليها عبر الأجهزة والأنظمة السمعية الشخصية. وتقدر منظمة الصحة العالمية أن 1,1 مليار شخص من الفئة العمرية 12-35 سنة معرضون لخطر فقدان السمع نتيجة ممارسات استماع غير آمنة. وهذا ما يجعل المسألة تشكل خطراً وشيكاً على الصحة العامة، خاصة أن فقدان السمع غير المعالَج يستتبع حتى الآن تكلفة عالمية سنوية تبلغ 980 مليار دولار أمريكي.

وتعمل منظمة الصحة العالمية، تلبية لطلب دولها الأعضاء في القرار WHA70.13 الصادر عن جمعية الصحة العالمية، مع أصحاب المصلحة الآخرين على التخفيف من خطر فقدان السمع نتيجة الاستماع غير الآمن، من خلال إذكاء الوعي وتعزيز سلوكيات الاستماع الآمن. ويتطلب إحداث هذا التغيير أن يكون مستخدمو الأجهزة أو الأنظمة السمعية الشخصية قادرين على الحصول على الأجهزة/الأنظمة التي تحتوي على ميزات الاستماع الآمن.

ولتحقيق ذلك، أجرت منظمة الصحة العالمية، بمساعدة من الاتحاد الدولي للاتصالات، تحليل فجوة للمعايير المرتبطة بالاستماع الآمن. والنتائج واردة في التقرير في الموقع:

https://cdn.who.int/media/docs/default-source/documents/health-topics/deafness-and-hearing-loss/monograph_on_situation_analysis_and_background_for_standards_for_safe_listening_systems.pdf?sfvrsn=336b9823_5.

وثمة وثائق أساسية أخرى ذات صلة بخصوص مبادرة "الاستماع الآمن" في الموقع: https://www.who.int/activities/making-listening-safe، فضلاً عن نظرة عامة في الموقع:

https://itu.int/en/ITU-T/studygroups/2017-2020/16/Documents/Safe_listening_initiative_background_201804.docx.

وبعد إطلاق الإصدار الأول من هذا المعيار، قام عدد قليل من كيانات الأعمال بتنفيذ بعض التوصيات الواردة فيه، والتي توفر معلومات أساسية وخيارات بشأن الاستماع الآمن لمستخدميها. ويضمن الإصدار الثاني من هذا المعيار قابليته للتطبيق على مجموعة واسعة من الأجهزة ويتيح للأشخاص ميزات استماع أكثر أماناً، سعياً إلى تعزيز الاستماع الآمن والتخفيف من خطر فقدان السمع المتزايد على مستوى العالم.

التذييل II

وظيفية تقدير الجرعة للتنفيذ في نظام استماع شخصي

(لا يشكل هذا التذييل جزءاً أساسياً من هذه التوصية.)

1.II مقدمة

يصف هذا التذييل مثالاً لكيفية تنفيذ قياس جرعة في نظام استماع شخصي عند قياس إشارة الوسائط الرقمية والنظر في الخصائص المعروفة أو المفترضة لسماعات الرأس. وهو يستند إلى مبدأ تساوي الطاقة في تقييم مخاطر ضعف السمع، حيث يشكل ضغط الصوت المربع المرجح A، بالتكامل عبر زمن التعرض، مقدار الجرعة.

وتناقش أيضاً حالات عدم اليقين التي تنطوي عليها تقديرات الجرعة (فترة الثقة مثلاً).

2.II المعايير الأساسية ذات الصلة

[EN 50332-3] يصف نظاماً لقياس الجرعة في مشغّل وسائط شخصي، ويقتصر هذا التذييل على تقديم معلومات تكميلية لهذا المعيار.

[IEC 61252] يصف مقاييس الجرعة الصوتية التي يجب ارتداؤها على الجسم.

3.II تعريف الجرعة في سياق قياس الجرعة الصوتية

$$dose = \int_{t1}^{t2} (p_A(t))^2 dt$$

حيث p_A هو ضغط الصوت المرجح A والمصحح من حيث مجال الانتشار.

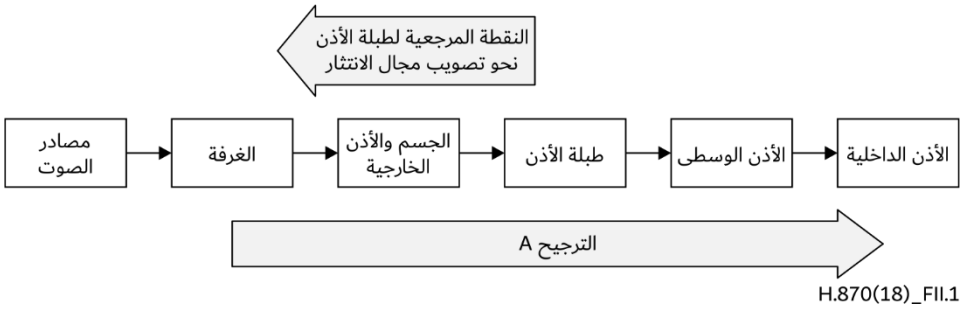
مثال ذلك، تُحتسب الجرعة المكتسبة عند التعرض لمقدار 80 dB من سوية ضغط الصوت لمدة 40 ساعة على النحو التالي:

– جذر متوسط التربيع لسوية ضغط الصوت هو $10^{\frac{80}{20}} \cdot \frac{20\mu Pa}{1Pa} = 0.2\ Pa$، وبناءً عليه، تكون الجرعة $0.2^2 \cdot 40 = 1.6\ Pa^2h$.

ويمكن تعريف هذه الجرعة المحددة كجرعة مرجعية ويمكن التعبير عن تقدير التعرض المقيس خلال فترة معينة كنسبة مئوية من هذه الجرعة المرجعية. والمعيار [EN 50332-3] يحدد الجرعة الموضحة أعلاه بمثابة 100% من جرعة الصوت المحسوبة. وعلاوةً على ذلك، فإنه لا يأخذ في الاعتبار سوى الجرعة المتلقاة خلال 7 أيام متتالية.

4.II ترجيح الترددات المختلفة

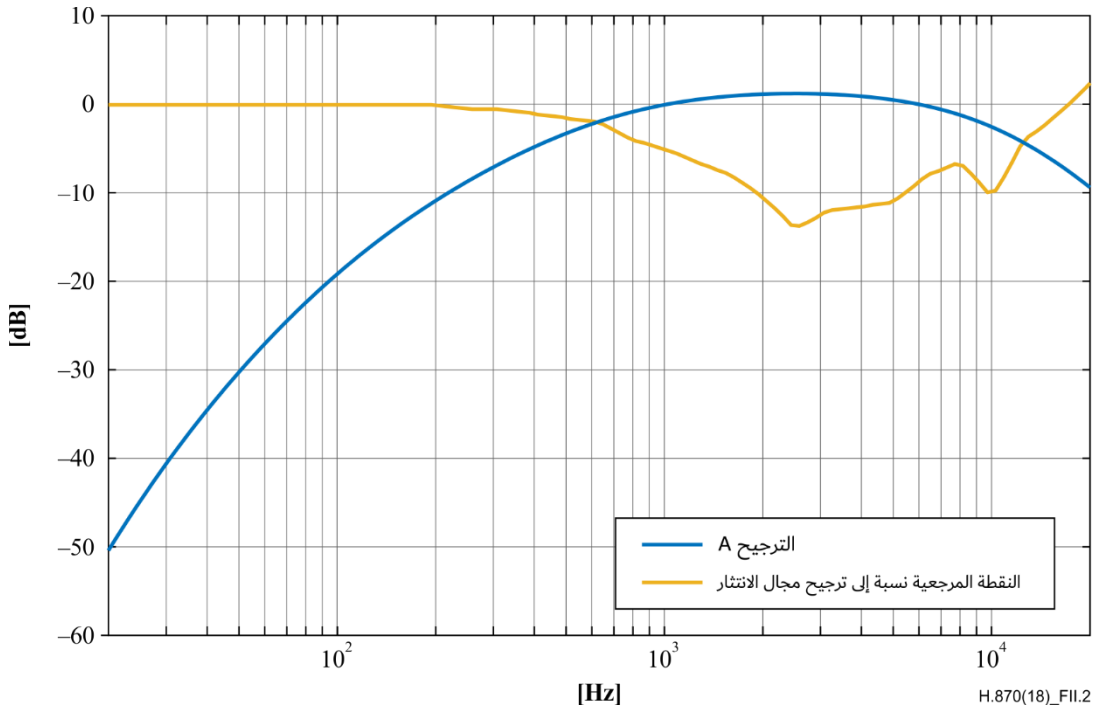
يحدث الضرر المحتمل في السمع، ذو الأهمية لتقدير الجرعة في القوقعة، في الأذن الداخلية، انظر الشكل 1.II. ومن البديهي أن يتم تصحيح القياسات لتعكس مباشرة إثارة خلايا الشعر في القوقعة. ومع ذلك، فإن الغالبية العظمى من البحوث حول فقدان السمع الناجم عن الضوضاء تعتمد على قراءات عدادات سوية الصوت في "المجال الحر"، أي في المصانع (على وجه التحديد، عموماً ما بين المجال الحر وظروف المجال المنتشر). ولذلك فإن تقييم المخاطر وقيود العمل تقوم على هذه القراءات. ومع أن الترجيح A لم يؤخذ به تحديداً لتقدير مخاطر فقدان السمع، فقد أظهرت البحوث أن قراءات عدادات سوية الصوت في المجال الحر ترتبط إلى حد معقول بفقدان السمع الناجم عن الضوضاء، عند تكامل مربع سوية ضغط الصوت المرجح A عبر زمن التعرض.



الشكل 1.II – تسلسل مفاهيمي لأدوار التصويبات المختلفة المستخدمة في القياسات، لإعطاء بعض الترجيحات للترددات المختلفة

عندما تقاس خصائص سماعة الأذن/الرأس عند النقطة المرجعية لطبلة الأذن (DRP) باستخدام محاكي الرأس والجذع، فإن تصحيح المجال المنتشر يؤدي إلى تحويل القياس إلى كمية مماثلة مع قراءات عداد سوية صوت معتادة في المجال الحر/المنتشر. وبما أن البحوث الأصلية تضمنت مصادر صوتية من مجموعة متنوعة من زوايا الورود إلى آذان العمال، فلا يُفترض وجود أي زاوية ورود محددة (مثل تصحيح المجال الحر للورود الأمامي عند ارتفاع 0 درجة) في تقدير المخاطر، بل يستخدم تصحيح مجال الانتشار، كمتوسط لتمثيل مختلف زوايا الورود.

ويوضح الشكل 2.II الترجيح A والنقطة المرجعية لطبلة الأذن نسبة إلى ترجيح مجال الانتشار.



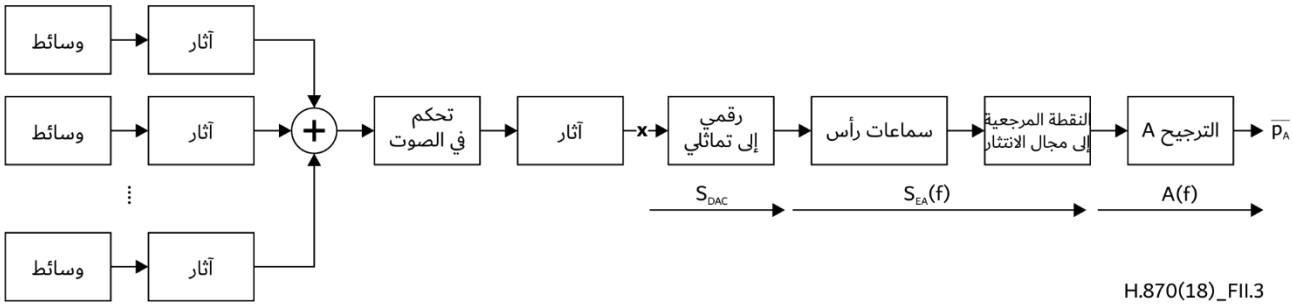
الشكل 2.II – الترجيح A [IEC 60268-1] والنقطة المرجعية لطبلة الأذن نسبة إلى تصحيح/ترجيح مجال الانتشار [ITU-T P.58]

5.II نقطة إلتقاط الإشارة في نظام استماع شخصي

يتضمن الشكل 3.II مثالاً لنظام مشغل صوت ونقطة التقاط مقياس الجرعة المفضلة حيث تُجمع الإشارة x المقيسة قبل التحويل الرقمي إلى التماثلي.

ونظراً لأن p_A غير متوفرة عموماً، فإنه يتبين هنا كيفية تقدير p_A استناداً إلى إشارة رقمية في المشغل (جهاز استماع شخصي لا يحتوي على محول طاقة) وخصائص أخرى معروفة أو مفترضة لجهاز الاستماع الشخصي ولسماعات الرأس.

ويصف الجدول 1.II الكميات اللازمة لتقدير الجرعة.



الشكل 3.II – مثال لنظام مشغل صوتي ونقطة الإلتقاط المفضلة لمقياس الجرعة

الجدول 1.II – الكميات اللازمة لتقدير الجرعة

الكمية	الوصف	الوحدة
x_R و x_L	الإشارات الرقمية للقناتين اليمنى واليسرى المأخوذة في نظام الاستماع الشخصي بعد جمع كل المصادر الصوتية وبعد التحكم في الصوت وبعد كل المعالجات السمعية.	قيمة عينة
S_{DAC}	حساسية المحول الرقمي إلى التماثلي والدارات التماثلية اللاحقة. في حال وجود مدخل رقمي لسماعة الرأس، تنسب هذه المعلمة إلى سماعة الرأس بدلاً من المشغل.	فلط/قيمة عينة
S_{EA}(f)	حساسية كهربية صوتية لسماعات الرأس، مقيسة في النقطة المرجعية لطبلة الأذن ثم مصححة باستخدام تصحيح النقطة المرجعية إلى المجال المنتشر لمدى التردد من 20 إلى 20 kHz. انظر [ITU-T P.381] لطريقة قياس استجابة ترددات سماعات الرأس و[ITU-T P.58] لتصحيح مجال الانتشار و[ITU-T P.380] لمزيد من المعلومات مثل إعادة الضبط والتوسيط خمس مرات.	باسكال/فلط
A(f)	شبكة مرشحات الترجيح A، انظر المعيار [IEC 61672-1] للمواصفات عامة والمعيار [IEC 61252] لهدف تصميم مقاييس الجرعات.	فلط/فلط
T	فترة المقطع.	بالساعات

6.II معالجة القناتين اليسرى واليمنى

من باب التبسيط، واستناداً إلى بعض القياسات، في تنفيذ وتفسير النتائج، يستخدم متوسط قدرة القناتين اليمنى واليسرى لتقدير الجرعة الواحدة (انظر [b SG16 R17]).

7.II مثال لتنفيذ مقياس الجرعة

بالنسبة إلى فترة زمنية منفصلة وتنفيذ قائم على المقاطع، يمكن تنفيذ تقدير الجرعة اليومية/الأسبوعية وفقاً لذلك من حيث الزمن أو التردد، كما يلي:

1) الحصول على n عينة لكل قناة من الإشارة x، (عموماً خلال فترة ثانية واحدة). ترشيح الإشارة للنظر في التحويل من رقمي إلى تماثلي وسماعة الرأس والترجيح A.

$$z(k) = filter(x(k), [S_{DAC} \cdot S_{EA}(f) \cdot A(f)])$$

2) حساب متوسط القدرة للقناتين اليمنى واليسرى ومضاعفة مدة المقطع.

$$\underline{dose_{segment}} = T \cdot \frac{1}{n} \sum_{k=1}^{n} \frac{1}{2} \left(z(k)_L{}^2 + z(k)_R{}^2 \right)$$

3) إضافة مساهمة الجرعة لتقدير الجرعة المتراكمة سابقاً.

$$\underline{dose_m} = \underline{dose_{m-1}} + \underline{dose_{segment}}$$

4) (خياري): تقديم قراءة الجرعة لليوم الحالي والأيام الستة السابقة.

5) (خياري): التعبير عن الجرعة الإجمالية كنسبة مئوية من الجرعة المرجعية.

6) بعد منتصف الليل: تخزين الجرعة لليوم المنتهي، وإعادة ضبط الجرعة اليومية إلى الصفر وقياسها لليوم الجديد.

ملاحظة – يتعين أن يكون لتخزين الجرعة المتراكمة دقة كافية لتجنب إبطال أجزاء صغيرة من مقطع واحد.

8.II معالجة التعقيد الحوسبي

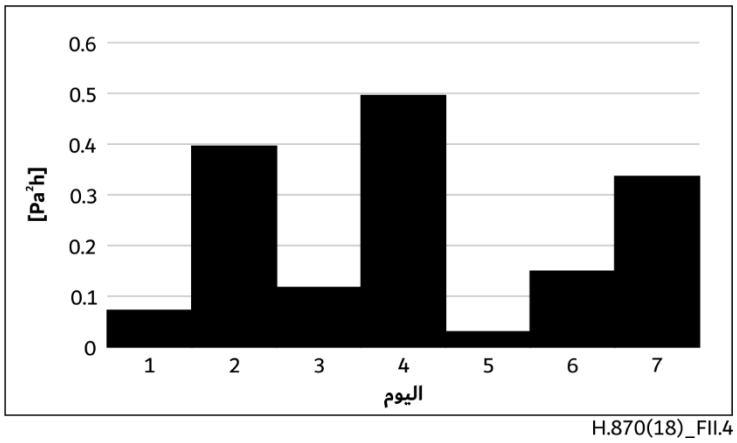
حفاظاً على موارد الحوسبة وإطالة عمر البطارية، يمكن تخفيض الإشارات (دون استخدام مرشحات التماوج). ويجب الانتباه لكي تبقى الدقة كافية لإشارات الموسيقى والكلام. كما يجب الانتباه أيضاً إلى أن يبقى الترشيح مناسباً للإشارة المخفضة.

ويمكن تبسيط تطبيقات الترشيح إلى حد ما.

9.II معالجة الجرعة على مدار الأيام والأسابيع

من المستحسن تخزين تقدير الجرعة لكل يوم خلال فترة 7 أيام متتالية. وتقارن الجرعة المتراكمة خلال اليوم الحالي والأيام الستة السابقة بالجرعة المرجعية الموضحة في البند 3.II.

ويبين الشكل 4.II مثالاً لتراكم الجرعة على مدى 7 أيام، وهو ما يمثل في المجموع Pa^2h 1,6، ومن ثم 100% من الجرعة الصوتية المحسوبة.



الشكل 4.II – مثال لتراكم الجرعة على مدى 7 أيام، ما يشكل في المجموع Pa^2h 1,6، ومن ثم 100% من الجرعة الصوتية المحسوبة

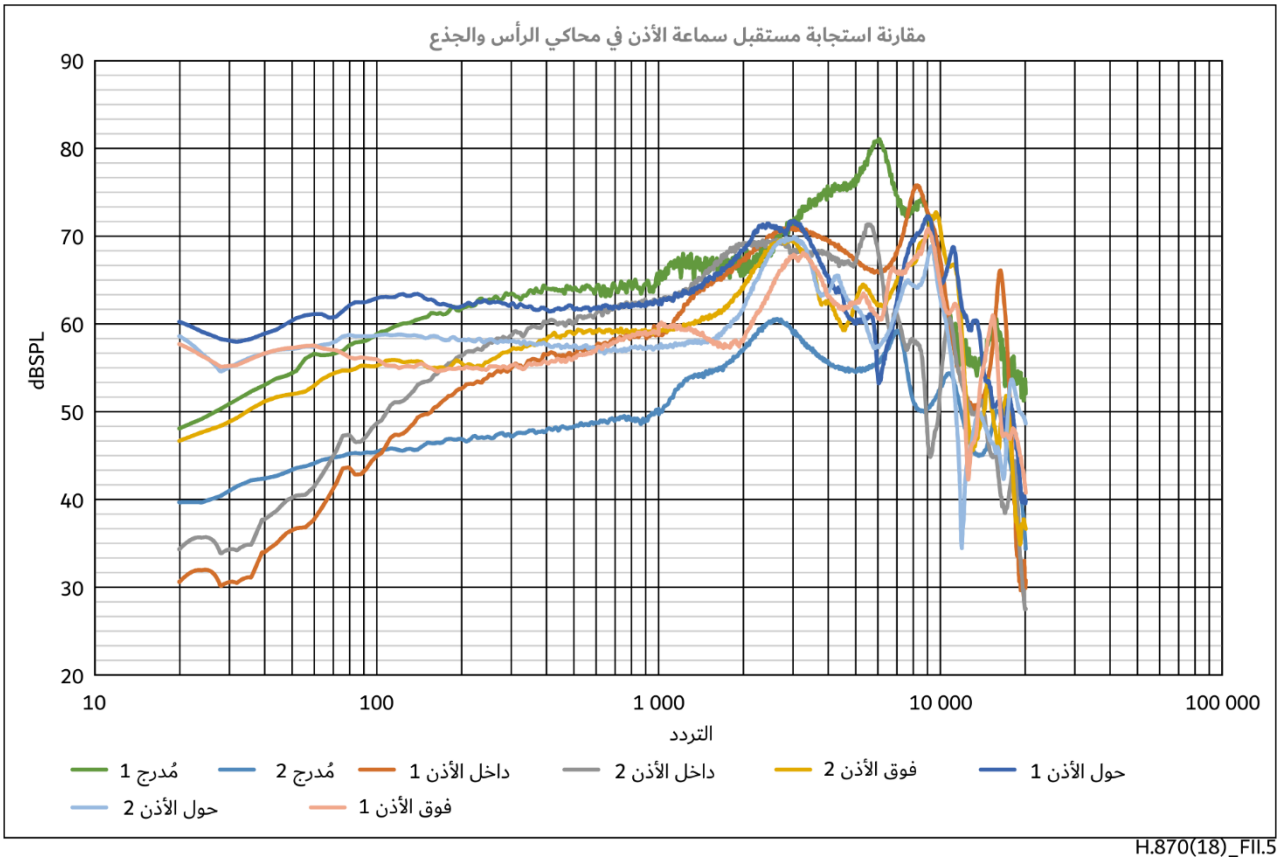
10.II حالة خصائص سماعة رأس غير معروفة

في كثير من الحالات قد لا يكون نوع سماعة الرأس معروفاً لجهاز التشغيل وقد تختلف حساسيته اختلافاً كبيراً، كما هو موضح في الشكل 5.II. في هذه الحالة، يفترض مقياس الجرعة ما يلي:

- حد أقصى مسموح به لحساسية سماعة الرأس، أي محاكاة فلطية إشارة برنامج شائعة (SPCV) بمقدار 75 mV، انظر المعيار [EN 50332-2] والتوصية [ITU-T P.381]؛
- استجابة تردد منتظمة بعد تصحيح مجال الانتشار؛

– معاوقة السماعة بمقدار 32 Ω (ملائمة عند تحديد S_{DAC}).

وهذا يعني ضبط $S_{EA}(f)$ عند قيمة ثابتة بمقدار 12,55 باسكال/فلط.



الشكل 5.II – توضيح مدى تغاير الحساسية لتسع سماعات رأسية وأذنية

يوضح الجدول 2.II خصائص سماعة الرأس عند أقصى حساسية مسموح بها طبقاً للمعيار [EN 50332-2]، في نطاقات 1/3 أوكتاف.

الجدول 2.II – توضيح خصائص سماعة الرأس عند أقصى حساسية مسموح بها

ترجيح A صوتي			ترجيح A			استجابة سماعة الرأس			ضوضاء محاكاة البرنامج		
[EN 50332-1]			[IEC 61672-1]			مجال انتشار منتظم – استجابة مصححة SPCV = 75 mV؛ [EN 50332-2]			IEC 60268-1 (معدل لقيمة 75 mV)		
[Pa^2]	[dBPa]	[Hz]	[gain]	[dB]	[Hz]	[Pa/V]	[dBPa/V]	[Hz]	PSM [V^2]	PSM [dBV]	[Hz]
4.12E-08	73,85–	20	–2.52E+01	50,40–	20	12,55	25,10	20	1.39E-05	48,56–	20
3.18E-07	64,98–	25	–2.24E+01	44,82–	25	12,55	25,10	25	2.98E-05	45,26–	25
2.05E-06	56,89–	31,5	–1.98E+01	39,53–	31,5	12,55	25,10	31,5	5.68E-05	42,46–	31,5
1.07E-05	49,70–	40	–1.73E+01	34,54–	40	12,55	25,10	40	9.43E-05	40,26–	40
4.24E-05	43,73–	50	–1.51E+01	30,28–	50	12,55	25,10	50	1.39E-04	38,56–	50
1.42E-04	38,48–	63	–1.31E+01	26,22–	63	12,55	25,10	63	1.84E-04	37,36–	63
4.21E-04	33,75–	80	–1.12E+01	22,40–	80	12,55	25,10	80	2.26E-04	36,46–	80
1.00E-03	30,00–	100	–9.57E+00	19,15–	100	12,55	25,10	100	2.54E-04	35,96–	100
2.16E-03	26,65–	125	–8.10E+00	16,19–	125	12,55	25,10	125	2.78E-04	35,56–	125
4.57E-03	23,40–	160	–6.62E+00	13,25–	160	12,55	25,10	160	2.98E-04	35,26–	160

الجدول 2.II – توضيح خصائص سماعة الرأس عند أقصى حساسية مسموح بها

ضوضاء محاكاة البرنامج			استجابة سماعة الرأس			ترجيح A			ترجيح A صوتي		
IEC 60268-1 (معدل لقيمة 75 mV)			مجال انتشار منتظم – استجابة مصححة SPCV = 75 mV؛ [EN 50332-2]			[IEC 61672-1]			[EN 50332-1]		
[Hz]	PSM [dBV]	PSM [V^2]	[Hz]	[dBPa/V]	[Pa/V]	[Hz]	[dB]	[gain]	[Hz]	[dBPa]	[Pa^2]
200	35,16–	3.05E-04	200	25,10	12,55	200	10,85–	–5.42E+00	200	20,90–	8.12E-03
250	35,06–	3.12E-04	250	25,10	12,55	250	8,68–	-4.34E+00	250	18,63–	1.37E-02
315	35,06–	3.12E-04	315	25,10	12,55	315	6,64–	-3.32E+00	315	16,60–	2.19E-02
400	35,06–	3.12E-04	400	25,10	12,55	400	4,77–	–2.39E+00	400	14,73–	3.37E-02
500	35,06–	3.12E-04	500	25,10	12,55	500	3,25–	–1.62E+00	500	13,20–	4.78E-02
630	35,06–	3.12E-04	630	25,10	12,55	630	1,91–	–9.54E-01	630	11,86–	6.51E-02
800	35,06–	3.12E-04	800	25,10	12,55	800	0,79–	–3.97E-01	800	10,75–	8.41E-02
1000	35,16–	3.05E-04	1000	25,10	12,55	1000	0,00	0.00E+00	1000	10,06–	9.87E-02
1250	35,36–	2.91E-04	1250	25,10	12,55	1250	0,58	2.88E-01	1250	9,68–	1.08E-01
1600	35,66–	2.72E-04	1600	25,10	12,55	1600	0,99	4.97E-01	1600	9,56–	1.11E-01
2000	36,06–	2.48E-04	2000	25,10	12,55	2000	1,20	6.01E-01	2000	9,75–	1.06E-01
2500	36,66–	2.16E-04	2500	25,10	12,55	2500	1,27	6.36E-01	2500	10,28–	9.37E-02
3150	37,56–	1.76E-04	3150	25,10	12,55	3150	1,20	6.01E-01	3150	11,25–	7.49E-02
4000	38,76–	1.33E-04	4000	25,10	12,55	4000	0,96	4.82E-01	4000	12,69–	5.38E-02
5000	40,16–	9.65E-05	5000	25,10	12,55	5000	0,56	2.78E-01	5000	14,50–	3.55E-02
6300	42,06–	6.23E-05	6300	25,10	12,55	6300	0,11–	–5.70E-02	6300	17,07–	1.96E-02
8000	44,46–	3.58E-05	8000	25,10	12,55	8000	1,14–	–5.72E-01	8000	20,50–	8.91E-03
10000	46,96–	2.02E-05	10000	25,10	12,55	10000	2,49–	–1.24E+00	10000	24,34–	3.68E-03
12500	49,86–	1.03E-05	12500	25,10	12,55	12500	4,25–	–2.12E+00	12500	29,01–	1.26E-03
16000	53,26–	4.72E-06	16000	25,10	12,55	16000	6,70–	–3.35E+00	16000	34,86–	3.27E-04
20000	56,66–	2.16E-06	20000	25,10	12,55	20000	9,34–	–4.67E+00	20000	40,90–	8.13E-05
	مجموع [V^2]	5.63E-03								مجموع [Pa^2]	9.97E-01
	مجموع [V]	**7.50E-02**								مجموع [Pa]	9.99E-01
										مجموع dBSPL	**9.40E+01**

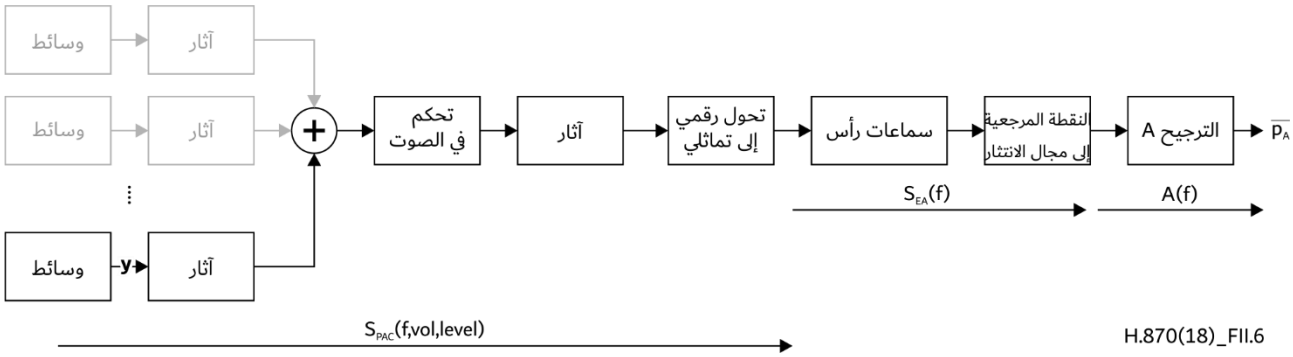
ملاحظة – من شأن إشارة ضوضاء محاكاة برنامج [IEC 60268-1] بمقدار 75 mV أن تولد سوية ضغط صوت بمقدار 94 dBSPL(A).

11.II نقطة التقاط إشارة الصوت البديلة

عندما يكون التنفيذ المبين في الشكل 3.II غير ممكن، يمكن تنفيذ مقياس جرعة مبسط على النحو التالي.

في حالة التقاط الإشارة عند نقطة أبعد من خرج الجهاز (داخل تطبيق وسائط محدد مثلاً لا يمكنه النفاذ سوى إلى تدفق الوسائط الخاص به) يتعين مراعاة تأثير نظام الصوت الرقمي نحو المصب، مثل التحكم في الصوت والتأثيرات الصوتية، باتباع نهج أفضل جهد. وقد يتعين تحديد نظام S_{PAD} عبر إعدادات التحكم في الصوت عند سويات محتوى متعددة، لمراعاة المعالجة غير الخطية المحتملة.

ويبين الشكل 6.II مثالاً لنظام تشغيل سمعي حيث تلتقط الإشارة y داخل تطبيق مصدر وسائط معين.



ملاحظة – يتعين مراعاة أثر التحكم في الصوت والمؤثرات الصوتية من خلال نهج أفضل جهد. وتتوقف خصائص المشغل على التردد وإعداد التحكم في سوية الصوت وربما سوية المحتوى.

الشكل 6.II – مثال لنظام مشغل صوتي في الحالات التي تلتقط فيها الإشارة *y* داخل تطبيق مصدر وسائط معين

يرجى الرجوع إلى البند 3.1.8.

12.II أحوال عدم اليقين

يرجى الرجوع إلى البند 2.7.

التذييل III

المعيار الأوروبي EN 71-1 بشأن الألعاب

(لا يشكل هذا التذييل جزءاً أساسياً من هذه التوصية.)

يحدد البند 20.4 "الصوتيات" في المعيار الأوروبي [b- EN 71-1] المتطلبات التي تنطبق أيضاً على مشغلات الأشرطة ومشغلات الأقراص CD وألعاب إلكترونية أخرى مماثلة عندما تكون مزودة بسماعات رأس أو سماعات أذن. وعلى وجه الخصوص:

"... أ) يجب ألا تتجاوز سوية ضغط الصوت للبث المرجح A، *Lp*A، الناجمة عن *الألعاب القريبة من الأذن*، مقدار 80 dB عند قياسها في مجال حر. ويجب ألا تتجاوز سوية ضغط الصوت للبث المرجح A، *Lp*A، الناجمة عن الألعاب القريبة من الأذن، مقدار 90 dB عند قياسها باستخدام مساعد سمع في الأذن.

... هـ) يجب ألا تتجاوز سوية ضغط الصوت لبث ذروة مرجح C، ذروة *Lp*C، الناجمة عن أي لعبة، باستثناء الألعاب التي تستخدم طلقات نبضية، مقدار 115 dB.

... و) إذا كانت سوية ضغط الصوت لبث ذروة مرجح C، ذروة *Lp*C، الناجمة عن لعبة تتجاوز 110 dB، يجب أن يسترعى الخطر المحتمل على السمع إلى انتباه المستخدم بواسطة تحذير (انظر 14.7)."

ملاحظة – يحدد البند 28.8 في المعيار [b-EN 71-1] الطريقة التي يتعين استخدامها لتحديد سوية ضغط الصوت للبث في الألعاب.

ينص البند 14.7 "الصوتيات" في المعيار [b-EN 71-1] على أن الألعاب التي تنتج سويات صوتية عالية، أو الأغلفة الخاصة بها، يجب أن تحمل التحذير التالي: *"تحذير. لا تستخدم قريباً من الأذن! قد يتسبب سوء الاستخدام في إيذاء السمع"* .

ينص البند 25.A "الصوتيات" في المعيار [b-EN 71-1] على أن "حساسية الأطفال للضوضاء الصاخبة غير معروفة أساساً. ومع ذلك، هناك من العلماء من يرى أن القناة السمعية عند الأطفال أصغر مما هي لدى البالغين، ولذلك هناك تضخيم مختلف يجعل الأطفال أكثر حساسية للأصوات عالية التردد. والأصوات النبضية خطرة بشكل خاص لأنه من الصعب جداً على الأذن البشرية تحديد سويات الصوت نظراً لعامل الزمن القصير جداً. ومن المحقق أنه قد يحدث تلف دائم في السمع بعد تعرض واحد فقط لسويات صوت عالية الذروة."

التذييل IV

"الموسيقى" مقابل "الضوضاء"

(لا يشكل هذا التذييل جزءاً أساسياً من هذه التوصية.)

ما يلي مقتبس من [b-Neitzel and Fligor]:

درس Lindgren وAxelsson (Lindgren and Axelsson 1983) 10 أفراد في دراسة تحول العتبة المؤقت (TTS) الناجم عن التعرضات للضوضاء غير الموسيقية ووجدا أن هذه التعرضات أدت إلى شدة تحول العتبة المؤقت تجاوزت تلك الناجمة عن الضوضاء الموسيقية لنفس المدة والسوية الإجمالية والسوية المرجحة A لضغط الصوت. وشعر أربعة من أفراد شملتهم الدراسة نفس شدة تحول العتبة المؤقت من كلا المصدرين، بينما شعر ستة أفراد بشدة تحول العتبة المؤقت من التعرض لضوضاء غير موسيقية أكبر من التعرض لضوضاء موسيقية. وهذا يوفر بعض الأدلة على أن محتوى الصوت والتصورات الذاتية الناجمة عن التعرض له قد تؤثر على خطر تحول العتبة المؤقت. وفي دراسة منفصلة، وثّق Axelsson وLindgren 1981(Axelsson and Lindgren)) أن آثار تحول العتبة المؤقت بين الموسيقيين كانت أقل مما هي بين جمهور المستمعين.

ودرس Strasser وErle وLegler (Strasser et al. 2003) أيضاً 10 أفراد على مدى ثلاثة تعرضات متكافئة لأصوات الموسيقى وغير الموسيقى على مدى ثلاثة أيام. وتبين أن الموسيقى الكلاسيكية (تعرّض ساعتين، متوسط 91 dBA) مرتبطة بقدر من تحول العتبة المؤقت أدنى بكثير (10 dB مقابل 25 dB) بالمقارنة مع الضوضاء الصناعية لنفس المدة وسوية المتوسط، فضلاً عن سوية صناعية مكافئة (94 dB لمدة ساعة) وكانت الاستعادة أسرع بكثير (100 دقيقة مقابل 800 دقيقة). وعلى غرار دراسة Lindgren وAxelsson، تشير هذه الدراسة إلى أن محتوى الصوت قد يؤثر على مخاطر تحول العتبة المؤقت.

ودرس Strasser وIrle وScholz (Strasser et al. 1999) أربعة تعرضات مماثلة (94 dB لمدة ساعة): ضوضاء بيضاء وضوضاء صناعية وموسيقى معدنية ثقيلة وموسيقى كلاسيكية. وتبين أن الضوضاء الصناعية والموسيقى المعدنية الثقيلة تحفز كمية مماثلة من تحول العتبة المؤقت وتتطلب فترات زمنية مماثلة للاسترداد (أي وقت التعويض). ومع ذلك، تبين أن الموسيقى الكلاسيكية تؤدي إلى قدر أقل من تحول العتبة المؤقت وأوقات استعادة أقصر مما هي الحال في الضوضاء الصناعية أو الموسيقى المعدنية الثقيلة أو الضوضاء البيضاء. وعلى غرار الدراسات السابقة، تسلط هذه الدراسة الضوء على عواقب مختلفة محتملة للتعرض للموسيقى الكلاسيكية مما هي لأنواع أخرى من الموسيقى والضوضاء الصناعية.

وقام Mostafapour وزملاؤه (Mostafapour et al. 1998) بدراسة تطلعية لفقدان السمع بين 50 طالباً جامعياً (متوسط العمر 22.1 سنة). وقارنوا التعرض للضوضاء (تم التقييم من خلال المشاركة الذاتية في عدد من الأحداث المهنية وغير المهنية، فضلاً عن استخدام الأسلحة النارية) مع الدرجة الملحوظة من فقدان السمع. ولم يلاحظ المؤلفون أي علاقة بين التعرض النوعي لأي من مصادر الضوضاء المقدرة ووجود درجة ضوضاء (محددة بقياس سمع النغمة النقية)، وقرروا أن سوية الخطر منخفضة لفقدان السمع الناجم عن الضوضاء بين الخاضعين للدراسة.

وأخيراً، عرّض Swanson وزملاؤه (Swanson et al. 1987) 20 شخصاً من الذكور لموسيقى وضوضاء متكافئة تقريباً من حيث الطاقة (حوالي 106 dBA) وذلك لنفس مدة 10 دقائق. ونجم عن كلا التعرضين قدر كبير من تحول العتبة المؤقت السمعي بعد التعرض عند 4 و6 kHz. وكان تحول العتبة المؤقت أكبر بكثير جراء التعرض للموسيقى بين الأفراد الذين أبلغوا عن عدم استساغتهم الموسيقى المستخدمة في التجربة. وتؤيد هذه الدراسة كذلك فكرة أن العوامل الشخصية المتعلقة بالموسيقى قد تؤثر على خطر فقدان السمع الناجم عن التعرض لها، ومع ذلك لا بد من ملاحظة أن اختبار قياس السمع ينطوي على عنصر إدراكي يمكن أن يتأثر سلباً أو يتحيز بحكم الإرهاق أو فقدان الدافع أو الإحباط.

التذييل V

منعكس العضلة الركابية

(لا يشكل هذا التذييل جزءاً أساسياً من هذه التوصية.)

منعكس العضلة الركابية (SMR)، المعروف أيضاً باسم منعكس الأذن الوسطى الصوتي، هو العملية التي تتقلص فيها عضلات طبلة الأذن الركابية والوترية في العظيمات عندما تتعرض الأذن لصوت عالي الشدة. وقد تمت دراسة هذا المنعكس على نطاق واسع [b-Moller 1995]. ومن شأن تقلص العضلة الركابية أن يقلل من انتقال الصوت عبر الأذن الوسطى. ولذلك يعتقد أن هذه الآلية موجودة، من بين أمور أخرى، من أجل كبح انتقال الطاقة الاهتزازية إلى قوقعة الأذن. وتبلغ عتبة منعكس الأذن البشرية الصوتي حوالي 85 dB فوق عتبة السمع العادية على الرغم من وجود اختلافات فردية كبيرة. [b-Moller 2013].

التذييل VI

البحث في طور الاستعادة

(لا يشكل هذا التذييل جزءاً أساسياً من هذه التوصية.)

هناك مرحلة تراكم ومرحلة استعادة في النظام السمعي. ولا يأخذ قياس الجرعة الحالي لبيئة مهنية ذلك في الحسبان. وهناك حالات لا تكون فيها أماكن النوم هادئة (السفن مثلاً)، وفي هذه الحالة لا يعتبر النوم "هادئاً" والتفاصيل تستحق الدراسة في المستقبل. ويحتاج الأمر إلى المزيد من المعلومات.

وتعتبر الصدمة الصوتية تعرض وحيد للصوت يؤدي إلى إصابة فورية للنظام السمعي. وتسمى أحياناً إصابة صوتية.

ومن القبول عموماً أن تكون سوية العتبة للصدمة الصوتية 200 باسكال أو 140 dB SPL (ذروة). وتشير الأدبيات إلى أن هذه العتبة قد تكون، لدى الأفراد المتأثرين بشدة، منخفضة عند 79,6 باسكال أو 132 dB SPL (ذروة) [b-Price 1981].

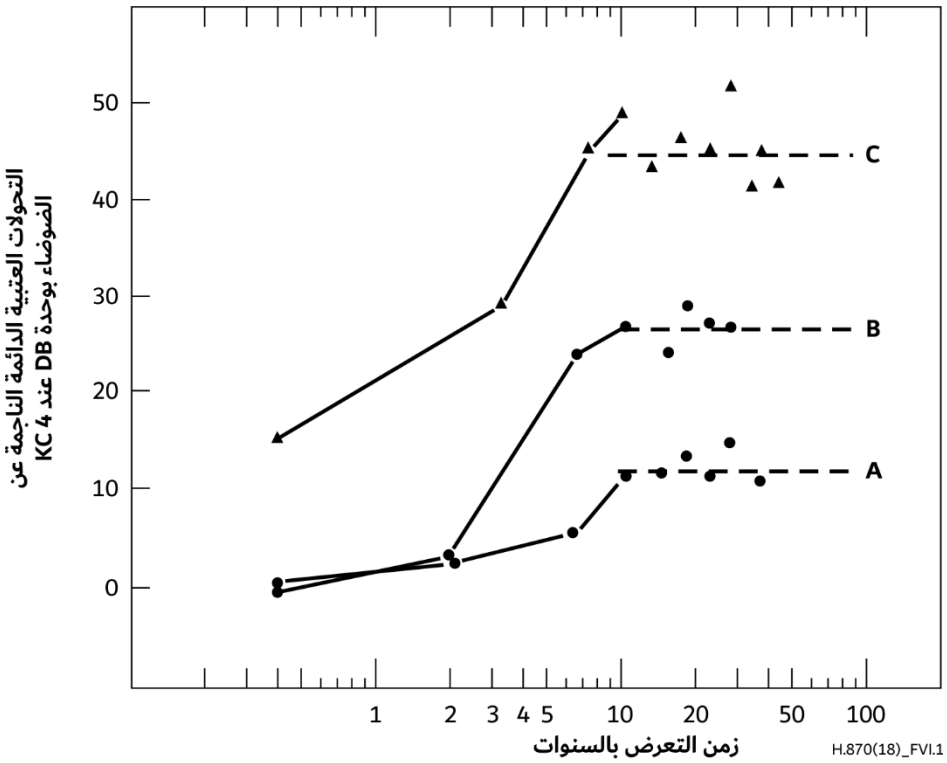
ومن المعروف أن الإصابات السمعية الناجمة عن الصوت تتبع علاقة تأثير الجرعة. وينتج عن "فرط الجرعة" الصوتية حمل أيضي زائد، مما يؤدي إلى موت الخلايا في بنى القوقعة والألياف العصبية السمعية الأولية.

وتبين معايير مخاطر الأضرار المثبتة في دراسات التعرض للضوضاء في أماكن العمل ما يلي:

- تعرض لمقدار 85 dBA لمدة 8 ساعات يومياً، وتعرض لمدة 40 ساعة أسبوعياً على مدى الحياة العملية (5,06 Pa2h) (8% تعرض لخطر "ضعف السمع المادي")؛
- تعرض لمقدار 90 dBA لمدة 8 ساعات يومياً، وتعرض لمدة 40 ساعة أسبوعياً على مدى الحياة العملية (16 Pa2h) (25% تعرض لخطر "ضعف السمع المادي").

ويتجاهل الحد من سوية رقم واحد وقائع العلم الثابتة.

ويوضح [b-Nixon-Glorig 1961] أنه بعد عامين من التعرض، يبدأ فقدان السمع الدائم بالتطور عند 4 kHz للمجموعة المعرضة لمقدار 92 dBA، وبعد أربعة أشهر للمجموعة المعرضة لمقدار 97 dBA. ويوضح الشكل 1.VI المقتبس من [b-Nixon-Glorig 1961] التحولات العتبية الدائمة الناجمة عن الضوضاء (NIPTS) المرسومة مقابل سنوات التعرض المهني للضوضاء لدى العمال عند ثلاث سويات من الضوضاء. وقد تم تصحيح هذه التحولات العتبية لمراعاة التغيرات مع العمر لدى الأشخاص دون التعرض المهني للضوضاء. وتعكس الرسوم البيانية نغمة اختبار بمقدار 4 kHz ونقاط البيانات عبارة عن متوسطات. وقد بلغ متوسط سويات الصوت المرجحة A مقدار 83 dB للمجموعة A و92 dB للمجموعة B و97 dB للمجموعة C.



الشكل 1.VI – تحولات العتبة الدائمة الناجمة عن الضوضاء (NIPTS)
مرسومة إزاء سنوات التعرض المهني للضوضاء لدى العمال عند سويات الضوضاء الثلاث

التذييل VII

أمثلة للرسائل الصحية

(لا يشكل هذا التذييل جزءاً أساسياً من هذه التوصية.)

1.VII توصيات بشأن رسائل تحذير وإرشادات تصرف في واجهات الأجهزة

ينبغي صوغ الرسائل مع مراعاة العوامل الواردة فيما سبق أعلاه. وينبغي أن تستهدف الرسائل استرعاء الانتباه وإثارة الاهتمام وتشجيع المستخدمين على ممارسة الاستماع الآمن. وينبغي لها أن تتقاسم معلومات قابلة للتنفيذ، وأن توفر سلوكيات بديلة قابلة للتطبيق، وأن تسهل ممارسات الاستماع الآمنة.

النقاط التي يتعين أن تؤخذ في الاعتبار أثناء صوغ هذه الرسائل/الإرشادات هي (انظر الأمثلة في البند 4.VII):

- ينبغي أن تنقل بوضوح فوائد الاستماع الآمن ومخاطر عدم القيام بذلك.
- ينبغي أن يكون هناك 3 إلى 4 صيغ مختلفة لكل رسالة تنقل المعلومات بطريقة غير متكررة، مصممة لمخاطبة جمهور واسع.
- ينبغي أن تستخدم النصوص لغة بسيطة واضحة خالية من المصطلحات المهنية ومكتوبة دون مستوى الصف الثامن لضمان فهمها من قبل غالبية المستخدمين.
- ينبغي أن تكون صياغة بعض الرسائل إيجابية وبعضها الآخر سلبية (ثمة أمثلة في البند 3.4.VII).
- ينبغي استكمال المعلومات المكتوبة بالمعلومات التصويرية لتيسير الفهم.
- ينبغي أن تستند الرسائل إلى توصيات من مصدر موثوق.
- ينبغي، حيثما أمكن، اختبار الرسائل مسبقاً من قبل الشركة المصنعة قبل الاستخدام.

2.VII تسلسل مقترح (مثال) للمعلومات كجزء من المعايير لأجهزة الاستماع الآمن

يحتوي الشكل 1.VII على تسلسل مقترح (مثال) يتوخى شرح كيفية تنفيذ جوانب الرسائل في هذه التوصية داخل الأجهزة.

الشكل 1.VII – تسلسل المعلومات كجزء من معايير أجهزة الاستماع الآمن

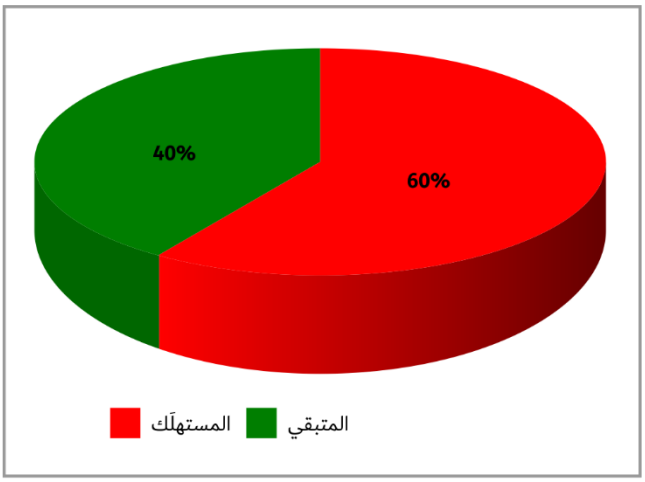
3.VII مثال على كيفية نقل المعلومات عن معلمات الاستماع إلى المستخدم

ينبغي أن يكون المستخدمون قادرين، من خلال أيقونة بارزة بوضوح، على النفاذ إلى "مساحة (شاشة) مخصصة" على الجهاز حيث تختزن المعلومات عن عادات الاستماع للمستخدم والتي يمكن رؤيتها وتفسيرها. وفي هذه المساحة، يتمكن المستخدم من النفاذ إلى تمثيل بياني لعادات أو أنماط استماعه إجمالاً ومعرفة ما إذا حدثت ممارسات استماع غير آمنة (وأي نوع منها). ويتضمن تصور عادات الاستماع لدى المستخدم ما يلي:

- عرض بياني لاستهلاك بدل الصوت الأسبوعي؛
- عرض بياني مميز بالألوان للتعرض اليومي للصوت؛
- مدة الاستماع، طوال كل يوم وخلال الأيام السبعة السابقة، بالساعات والدقائق.

1.3.VII معلومات بخصوص استهلاك البدل الأسبوعي

يمكن تصوير استهلاك البدل الأسبوعي بيانياً كما هو موضح في الشكل 2.VII.



الشكل 2.VII – رسم بياني لتمثيل استهلاك البدل الأسبوعي

2.3.VII معلومات عن كيفية استهلاك البدل من جانب المستخدم في أي يوم

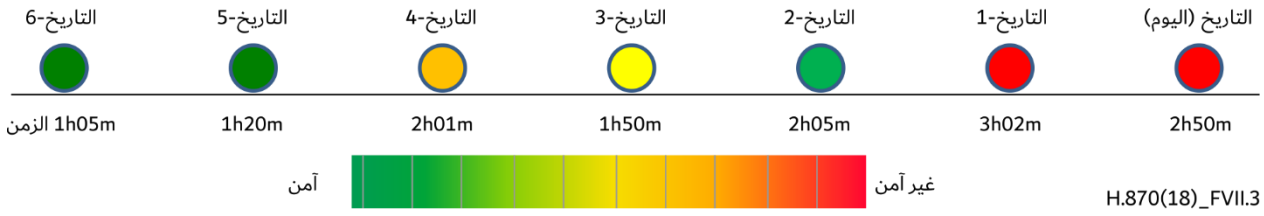
لأغراض هذا العرض، يكون الحد الأقصى للبدل اليومي مساوياً للبدل الأسبوعي مقسوماً على 7 (حوالي 15% من البدل الأسبوعي).

يشار إلى الاستهلاك في الأيام السبعة الأخيرة (بما في ذلك اليوم الحالي) بطائفة من الألوان التي تصور سويات مختلفة من الاستخدام، مثل الأحمر الغامق لاستهلاك أكثر من 100% والأخضر عندما يكون الاستهلاك أقل من 50%.

لغرض هذه الرسالة، يعتبر كل يوم بمثابة وحدة منفصلة ولا يأخذ تشفير الألوان لليوم في الاعتبار التعرض في الأيام السابقة. وتبعاً لذلك، يبدأ المستخدم بأيقونة خضراء كل يوم، بغض النظر عن نمط الاستهلاك خلال الأيام السابقة.

3.3.VII زمن الاستماع

تُعرض أيضاً المعلومات عن الوقت الإجمالي الذي أمضاه المستخدم في الاستماع إلى محتوى صوتي عبر الجهاز كل يوم، كما هو موضح في الشكل 3.VII.



الشكل 3.VII – معلومات عن الزمن اليومي الإجمالي الذي أمضاه المستخدم في الاستماع إلى محتوى صوتي

4.VII تحذيرات وإرشادات لاتخاذ إجراءات

يوفر هذا البند بعض الأمثلة على التحذيرات والإرشادات لاتخاذ إجراءات بخصوص ميزات الاستماع الآمن.

1.4.VII أمثلة على التحذيرات والإرشادات على أساس الاستخدام الأسبوعي

المعلومات عندما يبلغ المستخدم:

أ) 80% من البدل الأسبوعي: رسالة تحذير ودية

- *لقد أنفقت بالفعل* ***80%*** *من البدل المخصص. يرجى خفض سوية الصوت لحماية السمع.*
- *خفّض سوية الصوت/توقف عن الاستماع/تجاهل التحذير/انتقل إلى معلومات الاستخدام الشخصي*

أو

- *مرحباً! يبدو أنك تستمع إلى الكثير من الموسيقى الصاخبة مؤخراً. لماذا لا تأخذ استراحة قصيرة لحماية السمع.*
- *خفّض سوية الصوت/توقف عن الاستماع/تجاهل التحذير/انتقل إلى معلومات الاستخدام الشخصي*

ب) 100% من البدل الأسبوعي: رسالة تحذير (مع خيار لوقف الاستماع مؤقتاً على الفور)

- ***تجاوزت*** *الآن* ***100%*** *من بدل الاستماع الآمن لديك. الاستماع غير الآمن يشكّل خطراً على سمعك.*
- *خفّض سوية الصوت/توقف عن الاستماع/تجاهل التحذير/انتقل إلى معلومات الاستخدام الشخصي*

أو

- *مهلاً! لقد استمعت إلى الكثير من الموسيقى الصاخبة في الآونة الأخيرة. خذ استراحة لحماية سمعك.*
- *خفّض سوية الصوت/توقف عن الاستماع/تجاهل التحذير/انتقل إلى معلومات الاستخدام الشخصي*

ما لم يقبل المستخدم "تجاهل التحذير" أو "توقف عن الاستماع"، يقوم الجهاز تلقائياً بخفض شدة الصوت لبلوغ سوية صوت معتدلة محددة مسبقاً (تعادل 80 أو 75 dBA).

2.4.VII أمثلة لرسائل بناء على الاستعمال اليومي

رسالة يومية (عند فتح التطبيق أو على صفحة المشغل) ينبغي أن تعتمد على استخدام المستخدم لبدل الصوت خلال الأيام القليلة السابقة:

أ) في الغالب أخضر (حيث يبقى المستخدم دون 50% من الاستخدام الأسبوعي في معظم الأيام، دون تجاوز البدل في أي يوم): رسائل تشجيعية

- *حسناً فعلت. هذا هو أسلوب حسن الاستماع*

أو

- *حسناً فعلت! واصل الاستماع للموسيقى بأمان لتكون المتعة دائمة.*
- *أحسنت. ثابر على الاستماع الآمن لتكون المتعة دائمة.*

ب) في الغالب أخضر أو أصفر/برتقالي (حيث يبقى المستخدم دون 80% في معظم الأيام، ولا يتجاوز البدل في أي يوم):

- *كن حذراً واستمع بأمان.*
- *مهلاً! يبدو أنك تستمتع أحياناً بصوت صاخب! كن حذراً لحماية سمعك من أجل متعة دائمة!*
- *يمكنك الاستماع بأمان لفترة أطول بخفض سوية الصوت.*

ج) في الغالب أصفر/برتقالي مع أحمر أحياناً (حيث لا يتجاوز المستخدم البدل في أي يوم):

- *كن حذراً! حافظ على خفض سوية الصوت للاستماع بأمان لفترة أطول*
- *مهلاً! يبدو أنك تستمتع أحياناً بموسيقى صاخبة! كن حذراً لحماية سمعك من أجل متعة دائمة!*
- *مهلاً! ينبغي أن تلاحظ كيف تستمع.*

د) في الغالب أحمر (يتجاوز البدل في معظم الأيام):

- *أنت تعرّض سمعك للخطر. خفّض الصوت للاستماع بأمان.*
- *مهلاً! أنت في حاجة لمشاهدة كيف تستمع. خفّض الصوت.*
- *مهلاً! يبدو أنك تستمتع بموسيقى صاخبة حقاً! لا تعرّض سمعك للخطر لكي تبقى المتعة دائمة.*

3.4.VII أمثلة على رسائل إيجابية مقابل رسائل سلبية؛ ورسائل عاطفية مقابل رسائل عقلانية

رسائل إيجابية

- **لقد تجاوزت البدل اليومي للاستماع الآمن.** *تخفيض سوية الصوت تمكّنك من الاستماع بأمان لمدة أطول دون تعريض السمع للخطر. خفّض الصوت.*

رسائل سلبية

- **لقد تجاوزت البدل اليومي للاستماع الآمن.** *إذا واصلت الاستماع على هذا النحو، فأنت تخاطر بسمعك إلى الأبد. خفّض الصوت.*

نداء عقلاني

- *تشير الأدلة إلى أنه إذا كنت تستمع إلى الموسيقى فوق سوية dBA SPL 80، لمدة 8 ساعات أو ما يعادلها، فإنك تعّرض سمعك للضرر إلى الأبد. خفّض الصوت.*

نداء عاطفي

- *فقدان السمع لا رجعة فيه. عليك بالاستماع الآمن. خفّض الصوت.*

التذييل VIII

آلية السمع وتأثير الصوت

(لا يشكل هذا التذييل جزءاً أساسياً من هذه التوصية.)

يقدم هذا القسم معلومات أساسية بخصوص الاستماع الآمن.

1.VIII الصوت والموجات

الصوت هو عبارة عن موجة في وسط، مثل الهواء، ينتجها جسم مهتز. وتنقل الموجات الطاقة دون أن تنقل المادة. والموجة الصوتية هي موجة طولانية، أي أن اتجاه الحركة التي تُحدث الموجة هو نفس اتجاه حركة الموجة. وتنتشر الموجات في وسط من خلال إزاحة الفوارق في القوة أو الضغط من مكان إلى آخر. وعلى وجه الخصوص، يكون انتقال الطاقة أو انتشارها في الوسط ناقل الصوت في شكل تناوب الضغط والفراغ في الوسط. وهنالك في وقت ما تداخل من حالات الضغط والفراغ في الوسط، يُنتج بدوره فوارق في الضغط. وعندما ينضغط الهواء، يكون الضغط أعلى من الضغط الجوي وعندما يتفرغ يكون أخفض منه.

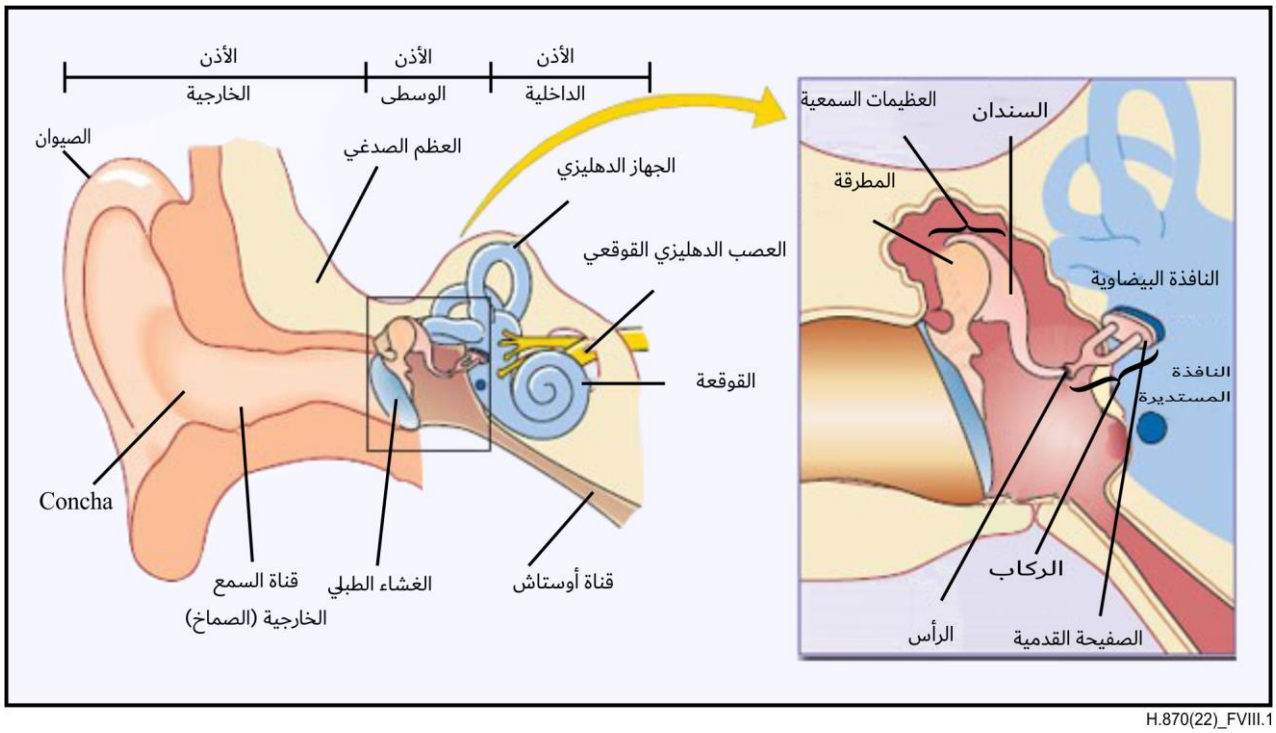
ويحدد مدى الانضغاط والانفراغ في وسط الانتشار شدة الصوت، بينما يحدّد تواتر تناوب الضغط والانفراغ تردد الصوت. وتتدفق الطاقة من حركة الموجات الصوتية عبر طبلة الأذن إلى الأذن الداخلية، حيث تتسجل بمثابة صوت. والشدة I هي الطاقة E في كل وحدة من الزمن t والتي تتدفق عبر سطح وحدة المساحة a، أو أن I هي قدرة تتدفق عبر سطح المساحة a.

والنغمة الخالصة هي صوت بسيط تكون فوارق الضغط فيه جيبية الشكل، وتعرف في مجال الصوتيات باسم موجة جيبية. والموجات الجيبية دورية.

وتتوقف سرعة الموجة الصوتية على طبيعة الوسط الناقل للصوت. كما تتوقف سرعة الموجات الصوتية إلى حد ما على درجة حرارة الهواء. ففي درجة حرارة الغرفة (20 درجة مئوية) تكون السرعة 344 متر في الثانية (m/s)، أي ما يقابل 1 238 km/h.

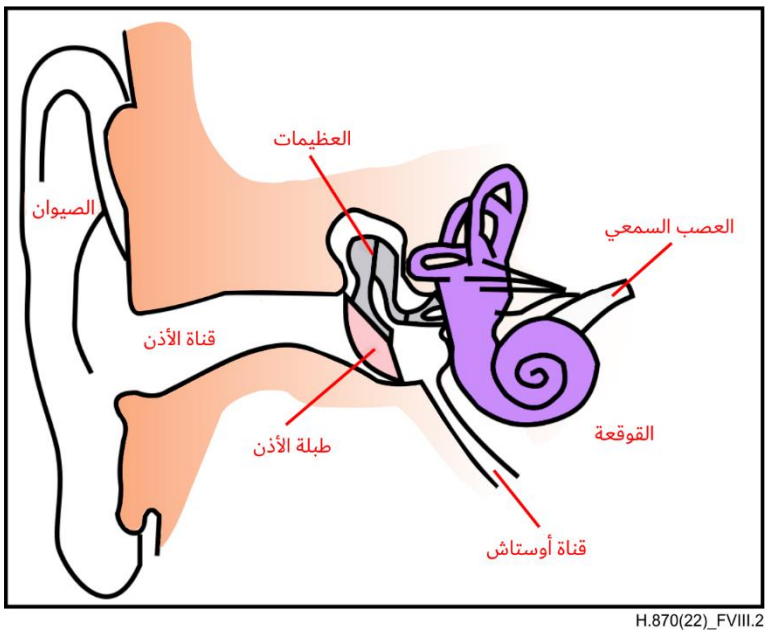
2.VIII آلية السمع وفقدان السمع

كما هو مبين في الشكل 1.VIII، تتكون الأذن من ثلاثة أجزاء: الأذن الخارجية والأذن الوسطى والأذن الداخلية. وتتألف الأذن الوسطى من الغشاء الطبلي (يسمى أيضاً طبلة الأذن) الذي يشكل نهاية قناة الأذن وثلاثة عظام صغيرة (تسمى معاً العظيمات): وهي المطرقة والسندان والركاب. وهناك أيضاً في الأذن الوسطى عضلتان صغيرتان هما عضلة موتر الطبلة والعضلة الركابية. والأذن الداخلية هي الجزء الأعمق من الأذن، وتتألف من القوقعة والجهاز الدهليزي والعصب الدهليزي القوقعي. ويمكن اعتبار "الصوت" بمثابة سلسلة من الاهتزازات. حيث تصل هذه الاهتزازات إلى الأذن ويلتقطها الصيوان. وينتقل الصوت كموجة في قناة الأذن إلى طبلة الأذن، التي تهتز وتحول الموجة إلى طاقة ميكانيكية. ويبلغ طول قناة الأذن حوالي 2,5 سم ويبلغ قطرها حوالي 0,6 سم. ثم يمر الصوت (أو طاقته الميكانيكية) عبر العظيمات الثلاثة في تجويف الأذن الوسطى.

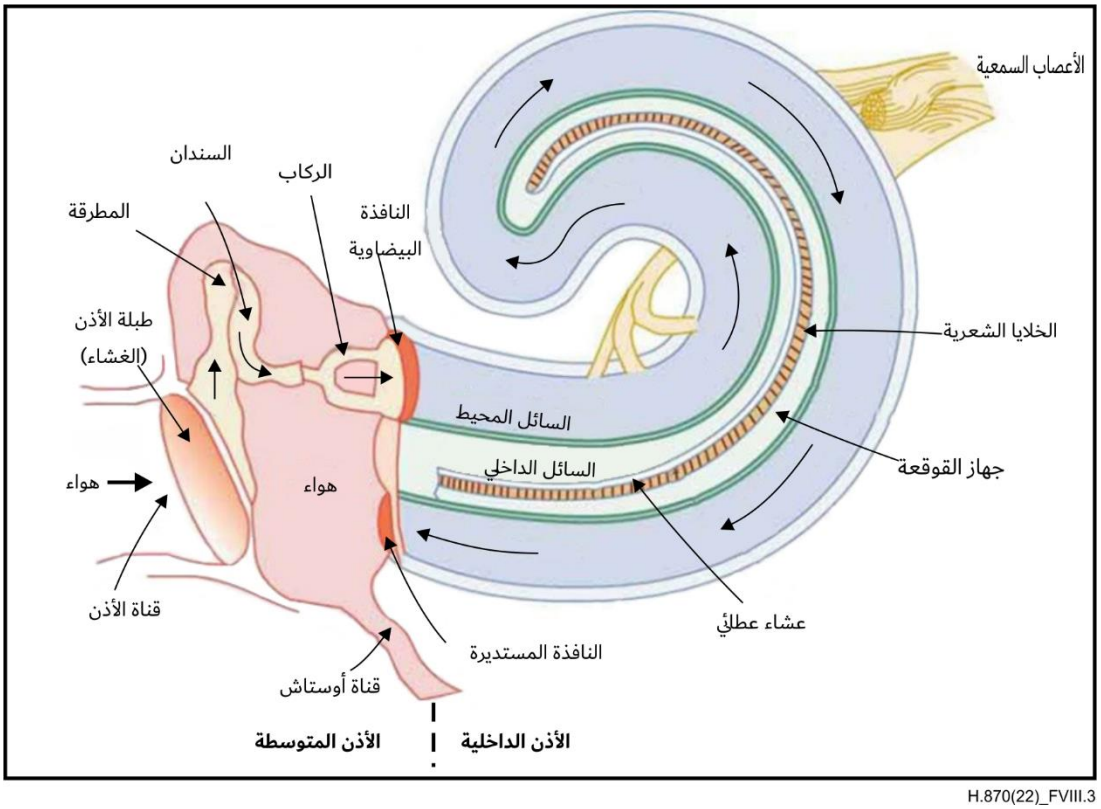


الشكل 1.VIII – رسم إيضاحي للأذن البشرية

تقوم ثلاثة عظام بتضخيم الطاقة الميكانيكية التي تنتقل إلى الأذن الداخلية من خلال النافذة البيضاوية للقوقعة (الأذن الداخلية). وينقر الركاب على النافذة البيضاوية مسبباً اهتزاز السائل في الأذن الداخلية وتنتقل هذه الحركة عبر القوقعة المملوءة بالسائل.



الشكل 2.VIII – قناة الأذن



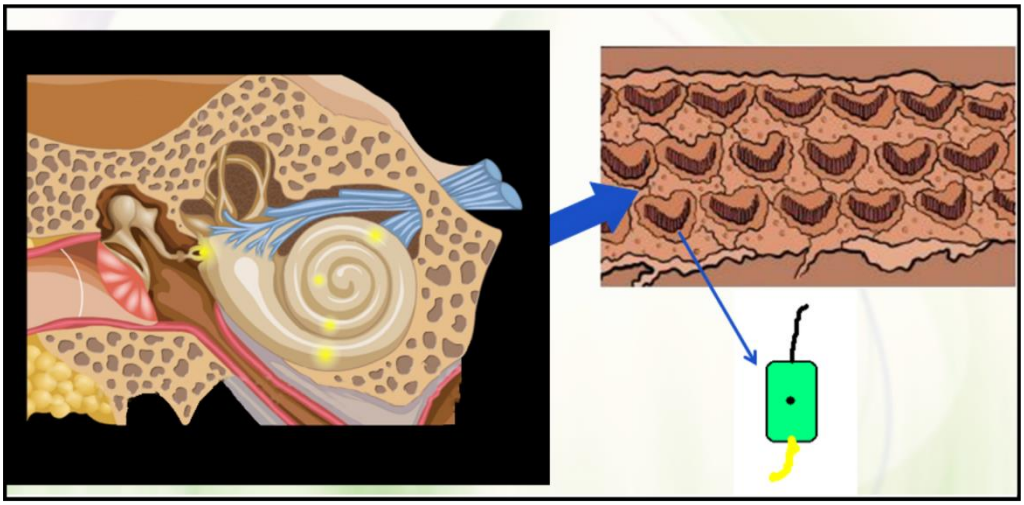
الشكل 3.VIII – رسم إيضاحي لقوقعة الأذن

كما هو مبين في الشكل 2.VIII والشكل 3.VIII، فإن القوقعة عبارة عن عضو في شكل حلزون. وهناك في القوقعة الملايين من خلايا الشعر تسمى الشعيرات القاعدية. وعندما يمر الصوت عبر القوقعة فإنه يحرك السائل الذي يحرك خلايا الشعر مرسلاً آلاف النبضات الكهربائية إلى العصب السمعي ثم إلى الدماغ. وبعد ذلك تفسَّر هذه الإشارات الكهربائية على أنها صوت.

وعندما يحدث التعرض المفرط للصوت، تُستحث خلايا الشعر في الأذن أكثر من اللازم. ولما تستحث خلايا الشعر أكثر من اللازم فإنها تصبح مجهدة وتتوقف عن الاستجابة للصوت. وقد يؤدي هذا إلى تحول عتبي مؤقت (TTS)، وهو فقدان سمع مؤقت بعد التعرض للصوت، والذي يمكن أن يدوم من بضع دقائق إلى بضعة أيام. وبعد فترة من الهدوء تتعافى خلايا الشعر.

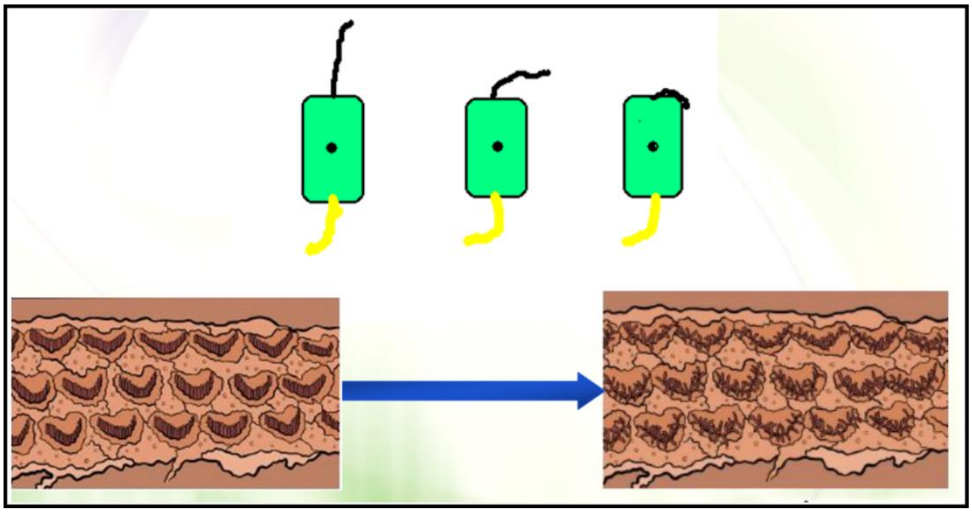
بيد أن التعرض المتكرر للصوت المفرط على مر الزمن يقتل خلايا الشعر هذه ومن ثم تفقد قدرتها على التعافي. وقد يؤدي ذلك إلى تحول عتبي دائم (PTS) وفقدان دائم للحساسية السمعية جراء الصوت مرتبط بتلف في خلايا الشعر في القوقعة لا رجعة فيه.

ويبين الشكل 4.VIII القوقعة وخلايا الشعر.



الشكل 4.VIII – رسم إيضاحي لقوقعة الأذن وخلايا الشعر

في الشكل 5.VIII، تبدو خلايا الشعر في القوقعة إلى اليسار لدى شخص ذي سمع طبيعي، ويظهر الرسم إلى اليمين التلف الدائم الذي يمكن أن يسببه التعرض المفرط للصوت.



الشكل 5.VIII – رسم إيضاحي للتلف الناجم عن الصوت في خلايا الشعر

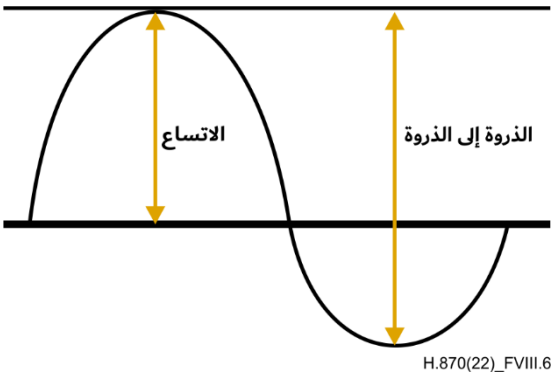
3.VIII قياس طاقة الصوت

1.3.VIII الضغط

يمارس وزن الغلاف الجوي، بحكم جاذبية الأرض، ضغطاً في كل الاتجاهات على كل شيء، وهو ما يُسمى الضغط الجوي. وتبلغ قيمته 105 نيوتن/متر مربع؛ أي 105 باسكال (Pa).

وانزياح الموجة هو مقدار الاضطراب في التوازن الناجم عن هذه الموجة.

ويشير تعبير "من الذروة إلى الذروة" إلى التغير بين القيم الدنيا والقصوى للموجة الجيبية أو الإشارة. ويبين الشكل 6.VIII مفهوم "من الذروة إلى الذروة".



الشكل 6.VIII – مفهوما اتساع الإشارة والقيمة من الذروة إلى الذروة

غالباً ما يحتسب اتساع الموجة الصوتية بمثابة قيمة جذر متوسط التربيع (RMS). وجذر متوسط التربيع هو الجذر التربيعي لمتوسط قيمة الدالة التربيعية للقيم الآنية. وتحتسب قيمة RMS من خلال تربيع القيم الآنية الموجية الشكل (s) أولاً، ثم الحصول على المتوسط خلال دورة (m) وأخيراً حساب الجذر التربيعي (r).

2.3.VIII وحدات الديسيبل

ملاحظة المحرر: نقل هذا الشرح في تذييل.

تُعبّر وحدة "بل" (الرمز B) عن النسبة بين قيمتين باللوغاريتم العشري لهذه النسبة. وقلّما تُستعمل هذه الوحدة، حيث استُبدلت بالديسيبل (الرمز dB) الذي يساوي عُشر بل.

وتستخدم وحدة لوغاريتمية للتعبير عن نسبة قيمتين لكمية فيزيائية. وغالباً ما تكون إحدى هاتين القيمتين قيمة مرجعية قياسية، وفي هذه الحالة يستخدم الديسيبل للدلالة على السوية بالنسبة إلى تلك القيمة المرجعية. والتعبير الرياضي عن هذه الفكرة هو:

$$L_2 - L_1 = Log10\left(\frac{I_2}{I_1}\right)$$

ومعنى ذلك هو أن الفرق في السويات، مقيساً بالديسيبل (dB)، بين الصوتين 2 و1، يعبّر عنه باللوغاريتم العشري (الأساس 10) لنسبة الشدتين. ويتم تضمين العامل 10 لتوسيع المقياس. ومن شأن استعراض دالة اللوغاريتم بيان بعض ميزات مقياس السوية (الديسيبل). وبما أن log (1) = 0، فإذا كان للصوتين 1 و2 نفس الشدة فإن الفرق بين السويتين عندئذٍ هو 0. ووظيفة مقياس اللوغاريتم هي تحويل النسب إلى فروق. فإذا كان L_2 ضعف L_1 عندئذٍ $L_2 - L_1 = 3$ dB بغض النظر عن القيمة الفعلية لكل من L_2 وL_1. وذلك لأن log(2) = 0,3 [b-Hartmann].

2.2.3.VIII سوية ضغط الصوت dB SPL

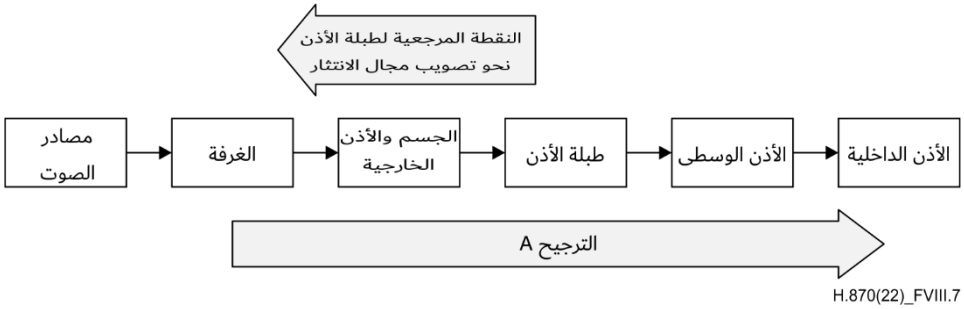
مع أن مقياس الديسيبل هو مقياس نسبة، حيث يتم دائماً مقارنة كمية ما مع كمية أخرى، فمن الشائع أن يتم التعبير عن فرادى سويات الصوت بالديسيبل كما لو كان المقياس مطلقاً. وسوية ضغط الصوت (SPL) هي اللوغاريتم، المعبر عنه عادة بالديسيبل، لنسبة ضغط الصوت p والضغط المرجعي pA0، وغالباً ما يكون 20 µPa. يرجى ملاحظة أن العامل 20 يُستخدم عندما تكون النسبة بين ضغطين للصوت وليس بين شدتين للصوت.

$$SPL = 20\left(\frac{p}{p_{0A}}\right)$$

3.2.3.VIII وحدة dBA

وحدة dBA هي مقدار سوية ضغط الصوت بوحدة ديسيبل مقيساً باستخدام شبكة الترجيح A؛ وهي سوية الغرض منها قياس صوت منخفض الشدة (سوية جهارة بحوالي 40 فون) ولكن أصبح من الشائع استخدامها أيضاً لقياس سويات التعرض للصوت المهنية والبيئية.

ويبين الشكل 7.VIII تسلسلاً مفاهيمياً لأدوار مختلف التصويبات المستخدمة في القياسات، لترجيح بعض الترددات المختلفة.



الشكل 7.VIII – تسلسل مفاهيمي لمختلف أدوار التصويبات المستخدمة في القياسات، لترجيح بعض الترددات المختلفة

4.2.3.VIII المقياس الكامل dBFS

المقياس الكامل dB هو سوية الإشارة الرقمية نسبة إلى سوية فرط الحمولة أو السوية القصوى. وهنالك أعراف شتى في هذا الشأن. ومن الشائع تحديد تمثيل رقمي لموجة جيبية كاملة المقياس بقيمة جذر متوسط التربيع 0 dBFS RMS. وعندئذٍ يمكن أن تصل سوية الذروة إلى +3,01 dBFS. وفي حالات أخرى، يتم تحديد سوية جذر متوسط التربيع لموجة تربيعية رقمية كاملة المقياس بقيمة 0 dBFS RMS. وعندئذٍ يمكن أن يصل مستوى الذروة إلى 0 dBFS أيضاً. وبالنسبة للحالات الأخيرة هذه، يكون المقياس الكامل dBFS مكافئاً لمقدار فرط الحمولة dBov.

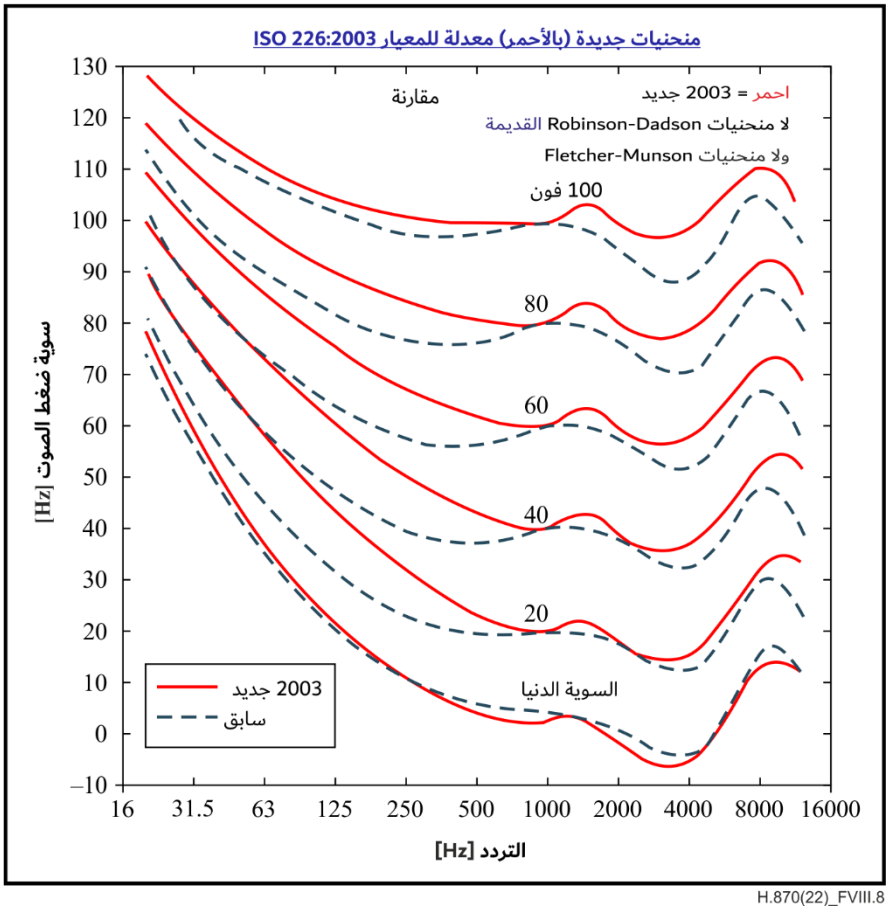
ملاحظة – مقدار dB نسبة إلى فرط الحمولة الرقمي، الذي يُعرف أيضاً برمز فرط الحمولة dBov، هو سوية الإشارة الرقمية نسبة إلى سوية فرط الحمولة أو السوية القصوى. انظر [ITU-T G.100.1].

5.2.3.VIII سوية السمع dBHL

dBHL هي مقدار سوية السمع بوحدة dB عند تردد معين؛ وهي سوية تستخدم لقياس عتبة السمع نسبة إلى سوية طبيعية محددة.

ووفقاً للوصف الوارد في المعيار [ISO 226]، تتفاوت حساسية الأذن البشرية إلى حد كبير تبعاً لتردد الصوت الوارد. وإذا رفعت سوية الصوت للحصول على قدر كاف من الجهارة في مدى التردد المنخفض، وهو أمر مهم بالنسبة للعديد من أنواع الموسيقى، فقد تتعرض الأذن لطاقة مفرطة في الترددات الأعلى التي هي حساسة لها بشكل خاص.

ويبين الشكل 8.VIII الأكفة الصوتية الاعتيادية لسويات تساوي الجهارة.



الشكل 8.VIII – الأكفة الصوتية الاعتيادية لسويات تساوي الجهارة

4.VIII مبدأ تساوي الطاقة

مبدأ تساوي الطاقة هو افتراض أن التأثير الكلي للصوت متناسب مع الكمية الإجمالية لطاقة الصوت التي تتلقاها الأذن، بغض النظر عن توزع تلك الطاقة في مسار الزمن.

ووفقاً لهذا المبدأ، من المتوقع أن تتسبب كميات متساوية من طاقة الصوت في كميات متساوية من تحول العتبة الدائمة الناجم عن الصوت، بغض النظر عن توزع الطاقة عبر الزمن.

وبناءً على هذا المبدأ، يمكن تعريف "جرعة" من الطاقة الصوتية بأنها تربيع ضغط الصوت المرجح A، p_A، المتكامل عبر زمن التعرض $T = t_2 - t_1$.

ويمكن التعبير عن ذلك، رياضياً، على النحو التالي:

$$dose = \int_{t1}^{t2} (P_A(t))^2) dt$$

حيث p_A هو ضغط الصوت المصحح في مجال الانتشار والمرجح A.

ووحدة هذه القيمة هي تربيع باسكال/ساعة، أو $Pa^2 h$.

بيبليوغرافيا

[b-ITU-T P.10] Recommendation ITU-T P.10/G.100 (2017), *Vocabulary for performance and quality of service*.

[b-ITU-T P.360] Recommendation ITU-T P.360 (2006), *Efficiency of devices for preventing the occurrence of excessive acoustic pressure by telephone receivers and assessment of daily noise exposure of telephone users*.

[b-ITU-T T.180] Recommendation ITU-T T.180 (1998), *Homogeneous access mechanism to communication services*.

[b-ITU-R V.574] Recommendation ITU-R V.574 (2015), *Use of the decibel and the neper in telecommunications*.

[b-Berger] Berger, E.H. and Royster, L.H. (1996), *In search of meaningful measures of hearing protector effectiveness.*

[b-Berger-Voix] Elliott H. Berger and Jérémie Voix (2018), *Hearing Protection Devices*, in *The Noise Manual*, 6th Edition, American Industrial Hygiene Association.

[b-Blanco-Wetherill] A. Blanco and J. Wetherill (April 2019), Headphones Market Report Worldwide Outlook, Futuresource Consulting Ltd. https://www.futuresource-consulting.com/reports/posts/2019/april/futuresource-headphones-market-report-worldwide-apr-19/, pg. 11 & 22.

[b-Borg] Erik Borg, Roland Nilsson, Gunnar Lidén. (1979), *Fatigue and recovery of the human acoustic stapedius reflex in industrial noise*, The Journal of the Acoustical Society of America Vol. 65, 846.

[b-Brask] Torben Brask (1978), *The Noise Protection Effect of the Stapedius Reflex*, Acta Oto-Laryngologica Vol. 86, – Issue sup360.

[b-Brask-2009] Torben Brask (2009), *The Noise Protection Effect of the Stapedius Reflex,* Acta Oto-Laryngologica Vol. 86, 1978 – Issue sup360.

[b-Burns-1973] William Burns (1973), Noise and Man, J.B. Lippincott Company, ISBN 9780397580989, pp. 243-247.

[b-Burns-Robinson] W. Burns and D.W. Robinson, (1970) Hearing and Noise in Industry, Her Majesty's Stationery Office, pp. 142-145. This full document can be found here: https://archive.org/details/op1268848-1001/page/n153

[b-EN 71-1] CEN EN 71-1:2014, *Safety of toys – Part 1: Mechanical and physical properties*.

[b-2009/490/EC] European Commission, *Commission Decision of 23 June 2009 on the safety requirements to be met by European standards for personal music players pursuant to Directive 2001/95/EC of the European Parliament and of the Council* https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32009D0490

[b-Fligor] Brian J. Fligor, and Terri Ives. "Does Earphone Type Affect Risk for Recreational Noise-Induced Hearing Loss?" in *2006 Noise Induced Hearing Loss (NIHL) Children's Conference Proceedings.*

[b-FSTP-SLD-UC] ITU Technical Paper (2022), *Gap analysis: Use cases of safe listening devices*. https://www.itu.int/pub/T-TUT-EHT-2022

[b-Hammershøi] Hammershøi, D., & Møller, H. (2008), *Determination of noise immission from sound sources close to the ears*. Acustica United with Acta Acustica, 94 (1).

[b-Hansen] C. Hansen (2006), *Occupational exposure to noise: evaluation, prevention and control – chapter 1 Fundamentals of acoustics*. http://www.who.int/occupational_health/publications/occupnoise/en/

[b-Hartmann] William M. Hartmann. *Physical Description of Signals* in [b-Moore].

[b-Loy] Gareth Loy, *Musimathics*. MIT (2011)

[b-Moller 1995] Henrik Möller (1995), *Transfer characteristics of headphones measured on human ears*, J. Audio Eng. Soc:43, pp. 203-217.

[b-Moller 2013] Aage R. Moller, (2013) *Hearing*, 3rd ed. Plural Publishing.

[b-Moore] Brian C.J. Moore (ed.) (1995) *Hearing*. Academic Press.

[b-Neitzel and Fligor] R. Neitzel and B. Fligor (2019), *Risk of noise-induced hearing loss due to recreational sound: Review and recommendations*. The Journal of the Acoustical Society of America 146, 3911; https://doi.org/10.1121/1.5132287

[b-NIOSH] National Institute for Occupational Safety and Health. (1998). *Criteria for a recommended standard: Occupational noise exposure, revised criteria*. Pub. No. 98-126.

[b-Nixon-Glorig, 1961] J.C. Nixon and A. Gorig (1961), *Noise-Induced Permanent Threshold Shift at 2000 cps and 4000 cps*, The Journal of the Acoustical Society of America, Vol.33, Issue 7, 904. http://dx.doi.org/10.1121/1.1908841

[b-Portnuff] Portnuff C.D., Fligor B.J., Arehart K.H. (2011), *Teenage use of portable listening devices: a hazard to hearing?* Journal of the American Academy of Audiology. Nov-Dec; 22(10):663-77.

[b-Price 1981] Price, G. R. (1981), *Implications of a Critical Level in the Ear for Assessment of Noise Hazard at High Intensities*, J. Acoust. Soc. Am. 69, 171-177.

[b-SCENIHR] Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks (2008), *Potential health risks of exposure to noise from personal music players and mobile phones including a music playing function.* European Commission.

[b-SG16-R17] ITU-T Study Group 16, *Report of the fourth meeting of Study Group 16* (Geneva, 19-29 March 2019) – Working Party 2/16 (Multimedia e-services). https://www.itu.int/md/T17-SG16-R-0017/en

[b-Silman] Shlomo Silman. (1984), *The Acoustic Reflex: Basic Principles and Clinical Applications*, Academic Press.

[b-Smith-Voix] Jérémie Voix, Pegeen Smith, and Elliott H. Berger (2018), *Field Fit-Testing and Attenuation Measurement Procedures*, The Noise Manual, 6th Edition, American Industrial Hygiene Association.

[b-SMR] Kei J. (2012), *Acoustic stapedial reflexes in healthy neonates–normative data and test-retest reliability*. J Am Acad Audiol. 23(1):46-56.

[b-Vér] I. Vér, L. Beranek (2006), *Noise and Vibration Control Engineering*.

[b-Voix,Cocq,Hager] J. Voix, C. Le Cocq, and L. D. Hager (2008), *The Healthy Benefits of Isolating Earphones*, in Proceedings of Meetings on Acoustics, vol. 4, p. 050003.

[b-WHO 2018] World Health Organization, *Deafness and hearing loss*, https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/deafness-and-hearing-loss (visited 2022-06-01)

[b-Zakrisson] John-Erik Zakrisson & Erik Borg. (1974), *Stapedius Reflex and Auditory Fatigue*, Journal of Audiology, Vol. 13, pp. 231-35.

[b-Zakrisson] John-Erik Zakrisson. (1979), *The effect of the stapedius reflex on attenuation and poststimulatory auditory fatigue at different frequencies*. Acta Otolaryngol Suppl. 360:118-21.

سلاسل التوصيات الصادرة عن قطاع تقييس الاتصالات

السلسلة A	تنظيم العمل في قطاع تقييس الاتصالات
السلسلة D	مبادئ التعريفة والمحاسبة والقضايا الاقتصادية والسياساتية المتصلة بالاتصالات/تكنولوجيا المعلومات والاتصالات على الصعيد الدولي
السلسلة E	التشغيل العام للشبكة والخدمة الهاتفية وتشغيل الخدمات والعوامل البشرية
السلسلة F	خدمات الاتصالات غير الهاتفية
السلسلة G	أنظمة الإرسال ووسائطه والأنظمة والشبكات الرقمية
السلسلة H	**الأنظمة السمعية المرئية والأنظمة متعددة الوسائط**
السلسلة I	الشبكة الرقمية متكاملة الخدمات
السلسلة J	الشبكات الكبلية وإرسال إشارات تلفزيونية وبرامج صوتية وإشارات أخرى متعددة الوسائط
السلسلة K	الحماية من التداخلات
السلسلة L	البيئة وتكنولوجيا المعلومات والاتصالات، وتغير المناخ، والمخلفات الإلكترونية، وكفاءة استخدام الطاقة، وإنشاء الكبلات وغيرها من عناصر المنشآت الخارجية وتركيبها وحمايتها
السلسلة M	إدارة الاتصالات بما في ذلك شبكة إدارة الاتصالات وصيانة الشبكات
السلسلة N	الصيانة: الدارات الدولية لإرسال البرامج الإذاعية الصوتية والتلفزيونية
السلسلة O	مواصفات تجهيزات القياس
السلسلة P	نوعية الإرسال الهاتفي والمنشآت الهاتفية وشبكات الخطوط المحلية
السلسلة Q	التبديل والتشوير، والقياسات والاختبارات المرتبطة بهما
السلسلة R	الإرسال البرقي
السلسلة S	التجهيزات المطرافية للخدمات البرقية
السلسلة T	المطاريف الخاصة بالخدمات التليماتية
السلسلة U	التبديل البرقي
السلسلة V	اتصالات البيانات على الشبكة الهاتفية
السلسلة X	شبكات البيانات والاتصالات بين الأنظمة المفتوحة ومسائل الأمن
السلسلة Y	البنية التحتية العالمية للمعلومات، والجوانب الخاصة ببروتوكول الإنترنت وشبكات الجيل التالي وإنترنت الأشياء والمدن الذكية
السلسلة Z	اللغات والجوانب العامة للبرمجيات في أنظمة الاتصالات

طُبعت في سويسرا
جنيف، 2023